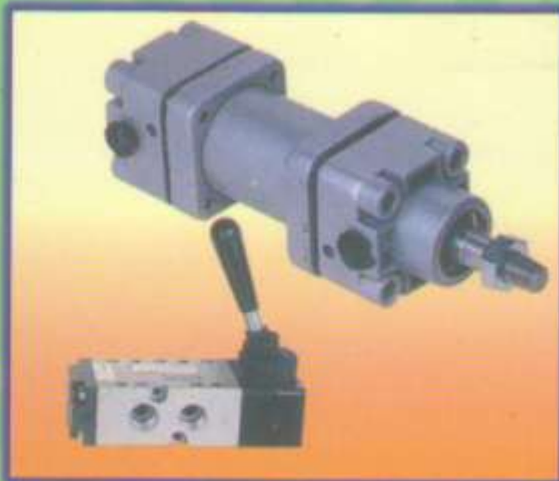
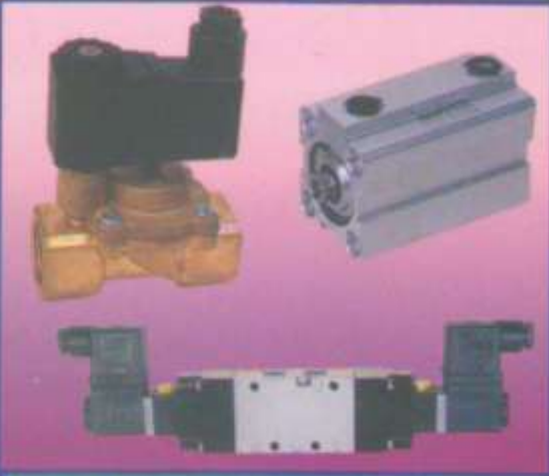
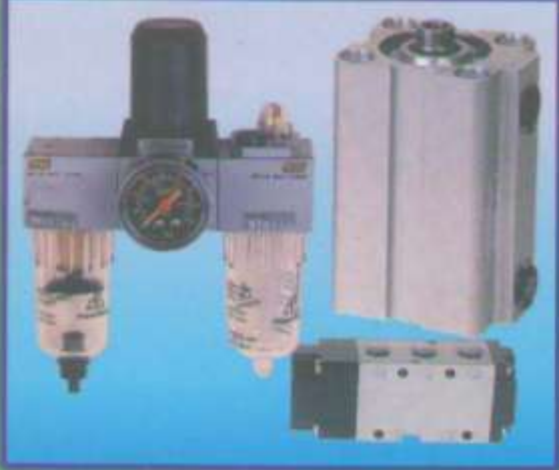
سلسلة التحكم العملية (٤)

التحكم الإلكترونيوماتيكى وتطبيقاته



م. أحمد عبد المتعال







دار النشر للجامعات

التحكم الإلكترونيوماتيكى وتطبيقاته

بسم الله الرحمن الرحيم

سلسلة التحكم العملية (٤)

التحكم الإلكترونيوماتيكى وتطبيقاته

إعـــداد

م. أحمد عبد المتعال

الكتـــــاب : التحكم الإلكترونيوماتيكى وتطبيقاته
(سلسلة التحكم العملية - ٤)

المـــؤلـــف : م. أحمد عبد المتعال

رقم الطبـعـة : الثانية

تاريخ الإصـدار : ١٤٢٥هـ - ٢٠٠٤م

الـنـاشـــر : دار النشر للجامعات

رقـم الإيـداع : ٩٥/٢٤٢٣

الترقيم الدولي : I.S.B.N: 977-5526-23-X



دار النشر للجامعات - مصر
ص.ب (١٣٠ محمد فريد) القاهرة ١١٥١٨
تليفون: ٤٥٠٢٨١٣ - تليفاكس: ٤٥٠٢٨١٢

سلسلة التحكم العملية (٤)

التحكم الإلكترونيوماتيكى وتطبيقاته

إعـــداد

م. أحمد عبد المتعال

بسم الله الرحمن الرحيم

﴿ رَبِّ أَوْزِعْنِي أَنْ أَشْكُرَ نِعْمَتَكَ الَّتِي أَنْعَمْتَ عَلَيَّ وَعَلَىٰ وَالِدَيَّ وَأَنْ أَعْمَلَ صَالِحًا تَرْضَاهُ وَأَصْلِحْ لِي فِي ذُرِّيَّتِي إِنِّي تُبْتُ إِلَيْكَ وَإِنِّي مِنَ الْمُسْلِمِينَ ﴿١٥﴾ ﴾ [الأحقاف: ١٥].

صدق الله العظيم

شـــكر وتقديـــــر

أتقدم بخالص الشكر للمهندس **عماد عبد النبى محمد** - المهندس بالهيئة العربية للتصنيع على تعاونه الصادق البناء، وكذلك أتقدم بخالص الشكر لكل من ساهم معنا فى إعداد هذا الكتاب، راجياً المولى العلىّ القدير أن يثيب الجميع على حسن تعاونهم وجزاهم الله خيراً.

المؤلـف

المحتويات

الموضوع **الصفحة**

الباب الأول

عناصر التحكم النيوماتيكية والإلكترونيوماتيكية

الباب الثانى

عناصر التحكم الكهربى

الباب الثالث

الدوائر الأساسية الإلكترونيوماتيكية

الباب الرابع

تطبيقات على التحكم الإلكترونيوماتيكى

أجهزة التحكم المبرمج PLC'S

الباب السادس

تطبيقات على التحكم الإلكترونيوماتيكى

باستخدام PLC

الباب السابع

الصيانة الوقائية واكتشاف الأعطال

الباب الأول

العناصر النيوماتيكية والإلكترونيوماتيكية

العناصر النيوماتيكية والإلكترونيوماتيكية

١ / ١ - مقدمة :

إن كلمة نيوماتيك Pneumatic مشتقة من الكلمة الإغريقية Puma وتعنى هواء - رياح - تنفس، وتعرف بانها علم هندسى يهتم بدراسة الهواء المضغوط وتدفقه، وبالتالى فإن Electro Pneumatic تعنى التحكم فى عناصر الفعل النيوماتيكية مثل الأسطوانات النيوماتيكية (الهوائية) مستخدما عناصر تحكم نيوماتيكية، وعناصر تحكم إلكترونيوماتيكية وكذلك عناصر تحكم كهربية.

أى أن النظم الإلكترونيوماتيكية تحتوى على ثلاثة عناصر مختلفة وهى :

عناصر نيوماتيكية، عناصر إلكترونيوماتيكية، عناصر كهربية.

وحتى نتمكن من دراسة هذه النظم يجب أولاً التعرف على هذه العناصر، وسوف نتناول العناصر النيوماتيكية والإلكترونيوماتيكية فى هذا الباب بشىء من الإيجاز.

أما العناصر النيوماتيكية فيندرج تحتها ما يلى :

١ - وحدات إعداد الهواء المضغوط الجاف والنظيف والتى تشتمل على :

أ - الضواغط الهوائية.

ب - عناصر تجفيف الهواء المضغوط.

جـ - وحدات الخدمة.

٢ - عناصر نقل القدرة النيوماتيكية وتشتمل على :

أ - خطوط التوصيل.

ب - أدوات التوصيل.

٣ - عناصر الفعل (الحركة) وتنقسم إلى :

أ - الأسطوانات الهوائية.

ب - المحركات الهوائية.

جـ - عناصر الرفع بالتفريغ.

د - المنفاخ الهوائى.

٤ - عناصر التحكم النيوماتيكية وتنقسم إلى :

أ - صمامات التحكم فى التدفق.

ب - صمامات التحكم فى الضغط.

جـ - الصمامات اللارجعية وكواتم صوت العادم.

أما العناصر الإلكترونيوماتيكية فتتركز فى الصمامات الاتجاهية بأنواعها المختلفة.

ولقد وجد بالتجربة أن التحكم الإلكترونيوماتيكى أفضل من التحكم النيوماتيكى فى عدة نقاط مثل :

١ - سهولة تصميم العمليات التتابعية.

٢ - أقل تكلفة فعناصر التحكم الكهربية أرخص من عناصر التحكم النيوماتيكية.

٣ - سهولة عمل تغيير فى النظام.

عدا أن التحكم النيوماتيكى يفضل استخدامه فى الأماكن الخطرة مثل الأماكن المعرضة للانفجارات كما هو الحال فى المصانع الكيماوية ومصانع تكرير البترول، وهذه الأماكن لا تتحمل حدوث أى شرر كهربى فيها خوفًا من حدوث الانفجارات والحرائق بها.

١ / ٢ - الضواغط الهوائية Air Compressors

الضاغط الهوائى : هو القلب النابض لأى نظام تحكم إلكتروهوائى، ويقوم الضاغط بتوليد الهواء المضغوط اللازم فى عمليات التحكم الهوائية حيث يدخل الهواء الجوى من خط السحب للضاغط بالضغط الجوى ويساوى (Kg_f / Cm^2 1bar ، ويخرج الهواء المضغوط المستخدم فى التحكم الإلكتروهوائى من خط الطرد

للضاغط بضغوط تتراوح ما بين (5: 10 bar) ويستخدم الهواء المضغوط فى تشغيل عناصر الفعل الهوائية مثل: الأسطوانات والمحركات الهوائية... إلخ وهذه العناصر موجودة فى الماكينات العاملة بالهواء المضغوط.

وتدار الضواغط الهوائية عادة بالمحركات الكهربية وهناك أنواع مختلفة من الضواغط الهوائية أكثرها انتشاراً الضواغط الترددية Reciprocating Compressors.

١ / ٢ / ١ - الضواغط الترددية Reciprocating Compressors

يتكون الضاغط الترددى من أسطوانة أو أكثر، وتحتوى كل أسطوانة على مكبس يتحرك حركة ترددية لسحب الهواء الجوى ثم ضغطه بالضغط المطلوب، وتحتوى كل أسطوانة فى قاعدتها على صمامين **أحدهما**: يسمى صمام السحب حيث يفتح فى شوط السحب للمكبس لدخول الهواء الجوى، **والثانى**: يسمى صمام الطرد حيث يفتح فى شوط الضغط لخروج الهواء المضغوط.

وهناك عدة أنواع للضواغط الترددية وهى كما يلى:

١ - ضواغط ترددية بمرحلة واحدة.

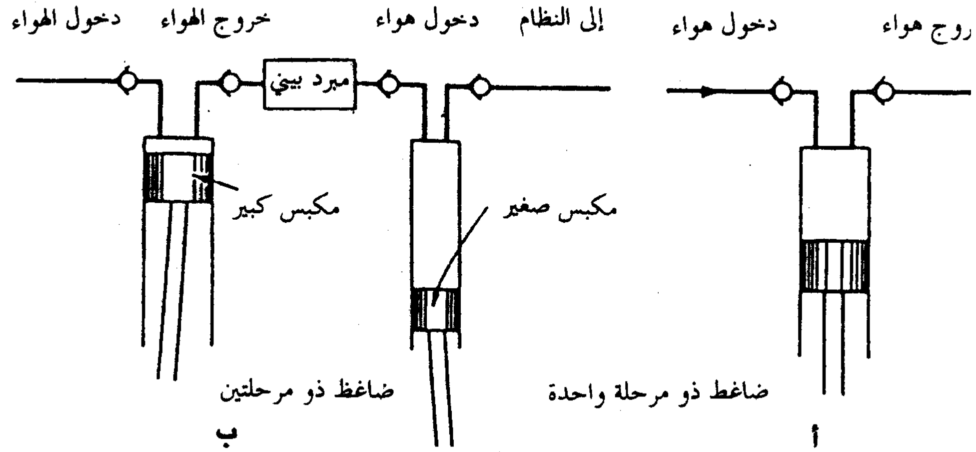
٢ - ضواغط ترددية بمرحلتين.

٣ - ضواغط ترددية متعددة المراحل.

أما الضواغط الترددية ذات المرحلة الواحدة فتقوم بضغط الهواء الجوى داخل أسطوانة واحدة.

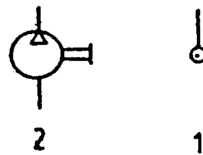
فى حين أن الضواغط الترددية ذات المرحلتين تقوم بضغط الهواء الجوى داخل أسطوانة، ثم يسمح لخرج الأسطوانة بضغطه مرة أخرى فى أسطوانة ثانية، علماً بأن خرج الأسطوانة الأولى يتم تبريده لدرجة حرارة الهواء الجوى بواسطة مبرد بينى Inter Coller وذلك قبل دخوله الأسطوانة الثانية.

وفى الشكل (١ - ١) رسومات توضيحية لضاغط ترددى بمرحلة واحدة وآخر بمرحلتين.



الشكل (١ - ١)

وفيما يلى رمز مصدر الضغط 1 والضاغط الهوائى 2 :



١ / ٣ - عناصر تجفيف الهواء المضغوط :

للحفاظ على سلامة العناصر العاملة بالهواء المضغوط يجب تجفيف الهواء المضغوط من الرطوبة بحيث لا يزيد محتوى الماء فى المتر المكعب عن ($0.001 g/m^3$) .

ويتم تجفيف الهواء المضغوط بخفض درجة حرارته، وذلك لتكثيف بخار الماء منه، **وهناك عدة طرق لتجفيف الهواء المضغوط أهمها :**

١ - المبرد البينى Inter Coller :

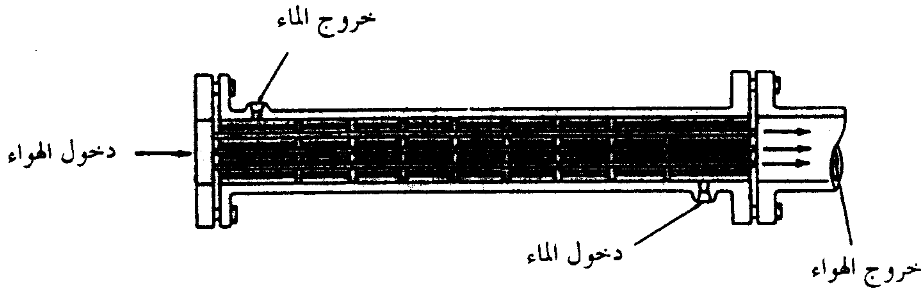
ويوجد بين المراحل المختلفة للضواغط الترددية وهو بداخل الضاغط، انظر الشكل (١-١ ب) .

٢ - خزان الهواء **Air reciever**:

يقوم خزان الهواء بتجميع الهواء المضغوط والقادم من الضاغط فى أوقات الأحمال الخفيفة لاستخدامه وقت الذروة، وكذلك يقوم بتبريد الهواء المضغوط، وذلك لأن درجة حرارة الهواء المضغوط القادم من الضاغط عادة تكون أكبر من درجة حرارة الهواء الجوى، ولذلك يحدث انتقال حرارى بواسطة الإشعاع من الهواء المضغوط الموجود فى الخزان إلى الهواء الجوى مما يؤدى لخفض درجة حرارة الهواء المضغوط وتكاثف بخار الماء فى قاع الخزان، ولذلك يجب على القائمين باعمال الصيانة بتصريف الماء المتكاثف فى قاع الخزان بواسطة محبس التصريف اليدوى من حين لآخر إذا لم يكن هناك صمام تصريف أتوماتيكى موصل بالخزان.

٣ - مبرد الإعادة **After Cooler**:

يوضع مبرد الإعادة بين الضاغط والخزان، ويقوم هذا المبرد بتبريد الهواء المضغوط نتيجة لمرور ماء بارد حول خط الهواء المضغوط فى قمصان تبريد معدة لذلك، وينتج عن ذلك تكاثف بخار الماء والشكل (١ - ٢) يعرض نموذجًا لمبرد إعادة.

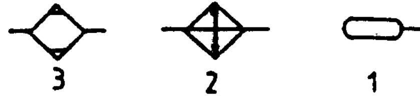


الشكل (١ - ٢)

٤ - وحدات التبريد بالفريون **Refrigeration units**:

وهى تستخدم لتبريد الهواء المضغوط إذا تعذر استخدام مبرد الإعادة، أو إذا لم يكن مبرد الإعادة قادرًا على الوصول لمحتوى مائى أقل من أو يساوى $0.001 g/m^3$.

وفيما يلى رموز كل من خزان الهواء 1 والمبرد 2 والمجفف 3:



١ / ٤ - خطوط الهواء Air Lines :

تعرف خطوط الهواء المضغوط المستخدم فى النظم النيوماتيكية أو الإلكترونيوماتيكية بأنها خطوط إمداد الهواء المضغوط من وحدة توليد الهواء المضغوط بالمنشأة إلى جميع الآلات التى تعمل بالهواء المضغوط . **وهناك ثلاثة أنواع للخطوط الهوائية وهى :**

١ - **مواسير صلبة :** وهى تصنع من الصلب المجلفن، وهناك عنصران هامان لاختيار هذه المواسير هما : القطر الخارجى **OD**، والقطر الداخلى **ID**، وهذه المواسير تشبه تلك المستخدمة فى شبكات الماء .

٢ - **أنابيب شبه صلبة :** وتصنع من النحاس والإستانلستيل وتحتاج هذه الأنابيب إلى عدد قليل من أدوات التوصيل لإمكانية ثنيها .

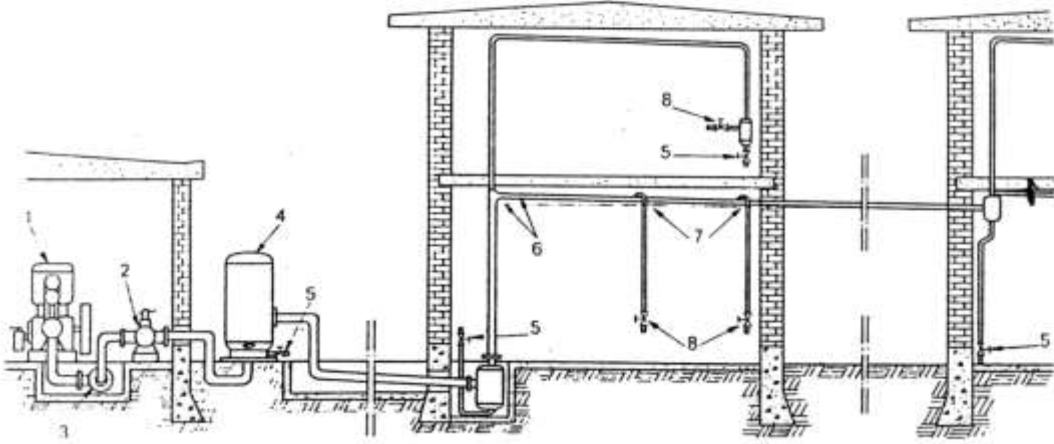
٣ - **الخراطيم المرنة :** وتستخدم عند الحاجة لمرونة خطوط التوصيل على سبيل المثال وصلات الأسطوانات المتحركة وأيضًا فى الأماكن التى تتعرض لاهتزازات شديدة . وتصنع هذه الخراطيم من المطاط والبلاستيك .

وتتواجد هذه الخراطيم فى صورتين :

أ - خراطيم بمقاسات محددة يثبت بها الوصلات اللازمة من قبل الشركة المصنعة .

ب - خراطيم فى صورة لفات طويلة حيث تقطع حسب الطلب، ويقوم فنى التركيبات بتثبيت الأدوات اللازمة فيها .

والشكل (١ - ٣) يبين طريقة تمديد الخطوط الهوائية تبعًا لتوصيات شركة (Atlas Copco) .



الشكل (١ - ٣)

حيث إن:

الضاغط	1
مبرد الإعادة	2
مخمد اهتزازات خط السحب	3
خزان الضغط	4
محبس تصريف الماء المتكاثف فى الخزان	5
إمالة الخطوط الهوائية بميل 1% على الأفقى فى اتجاه التدفق	6
مآخذ الأحمال وتكون من خلال كوع لأعلى الخط	7
محبس مآخذ الأحمال	8

وهناك اعتبارات عامة تؤخذ عند عمل الشبكات الهوائية وهى كما يلى:

١ - ميل الخطوط الرئيسية يساوى 1% على الأفقى فى اتجاه تدفق الهواء المضغوط.

٢ - يوصل خط الحمل مع الخط الرئيسى بواسطة كوع نصف قطر دائرته يساوى خمس مرات قطر خط الحمل.

٣ - يسمح بارتخاء الخراطيم المرنة أثناء تمديدها لتعويض النقص الناشئ عن مرور الهواء المضغوط والذى قد يصل إلى 5% من طولها.

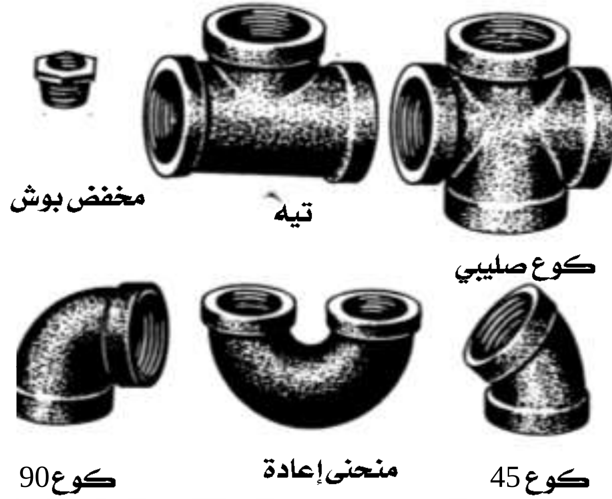
٤ - يجب ألا يقل نصف قطر انحناء الخراطيم المرنة عن خمس مرات من القطر الخارجى لها.

١ / ٥ - أدوات التوصيل Fittings :

يعتمد نوع أدوات التوصيل المستخدمة على نوع الخطوط المستخدمة وفيما يلى أهم الأدوات المستخدمة.

أولاً : أدوات التوصيل المقلوظة Threaded Connectors :

وتستخدم هذه الأدوات مع مواسير الصلب، وفى هذه الحالة تكون أدوات التوصيل مقلوظة، وكذلك فإن أطراف المواسير تكون مقلوظة، وعادة تستخدم شرائط إحكام رباط مع هذه الوصلات حيث توضع حول الطرف المقلوظ للماسورة، وتصنع الأدوات المقلوظة من الصلب أو سبائك النحاس. والشكل (١ - ٤) يعرض بعض هذه الأدوات.

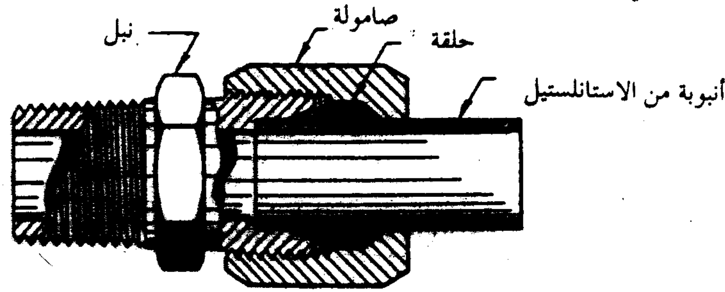


الشكل (١ - ٤)

ثانيًا : أدوات التوصيل الانضغاطية Compression Connectors :

وتستخدم هذه الأدوات مع الأنابيب شبه الصلبة (نحاس - إستانلستيل)، وتتكون الوصلة الانضغاطية من نبل وجلبة أو حلقة وصامولة. حيث توضع الأنبوبة شبه الصلبة داخل الصامولة، ثم بعد ذلك توضع الجلبة المسلوبة داخل الصامولة، وبعد ذلك يتم تجميع الصامولة مع النبل فيضغط النبل على الحافة المشطوفة للجلبة

أو الحلقة فتنسلخ الحافة الثانية للجلبة لتدخل فى الفراغ المحصور بين التخويش الأسطوانى للنبل والمحيط الخارجى للأنبوبة، وتؤدى قوة ضغط الصامولة على شطف الجلبة إلى تثبيت الوصلة جيداً. والشكل (١ – ٥) يعرض قطاعًا فى وصلة انضغاطية.



الشكل (١ – ٥)

ثالثًا : الوصلات السريعة Quick Connect Couplings :

وتستخدم هذه الأدوات دائمًا مع الخراطيم المرنة، وتتميز بسرعة تجميعها وفكها بدون إحداث تسرب للهواء المضغوط. وأكثر الوصلات السريعة المستخدمة فى النظم الهوائية تحتوى على صمام لارجعى يكون مفتوحًا عندما تكون الوصلة مجمعة والعكس بالعكس، وبالتالى تمنع تسرب الهواء المضغوط إلى الخارج عند فكها. والشكل (١ – ٦) يعرض وصلة سريعة.



الشكل (١ – ٦)

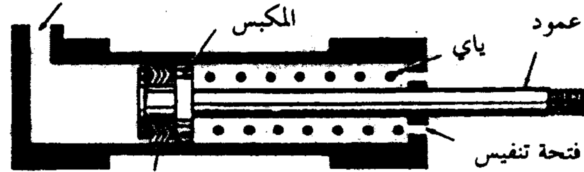
وفيما يلى رمز خط الضغط 1، وخط العادم 2، وخط التحكم 3، والوصلة المرنة 4، ووصلة سريعة مفكوكة 5 ووصلة سريعة مجمعة 6.



١ / ٦ - الأسطوانات الهوائية Pneumatic Cylinders :

تعد الأسطوانات الهوائية أهم عناصر الفعل المستخدمة للحصول على حركة فى خط مستقيم أو حركة ترددية أو حركة زاوية. وبالرغم من وجود اختلافات كثيرة فى تصميم الأسطوانات وتطبيقاتها إلا أنه يمكن تقسيم الأسطوانات إلى نوعين رئيسيين وهما :

١ - أسطوانات أحادية الفعل Single acting Cylinder :



الشكل (١ - ٧)

وهى أسطوانات قادرة على إعطاء قوة دفع فى اتجاه الذهاب فقط. والشكل (١ - ٧) يعرض قطاعًا فى أسطوانة أحادية الفعل بياى إرجاع، وتحتوى هذه الأسطوانة على فتحة واحدة لدخول الهواء أو خروجه، فعند وصول الهواء المضغوط من فتحة الأسطوانة يندفع المكبس الموجود داخل الأسطوانة للأمام، وعند انقطاع الهواء المضغوط عن فتحة الأسطوانة يعود المكبس للخلف بفعل ياى الإرجاع.

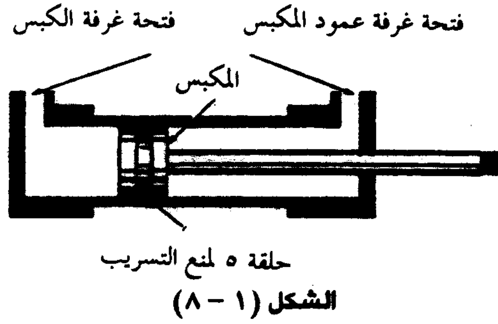
ويلاحظ وجود فتحة تنفيس فى غرفة عمود المكبس لتجنب مقاومة الهواء الموجود بداخلها فى شوط الذهاب وفى المقابل رمز الأسطوانة الأحادية الفعل.



٢ - الأسطوانة الثنائية الفعل Double acting Cylinder :

وهى أسطوانات تعطى قوة دفع للأحمال فى اتجاه الذهاب والعودة، وتعد هذه الأسطوانات هى أكثر الأسطوانات انتشاراً. والشكل (١ - ٨) يعرض قطاعًا فى أسطوانة ثنائية الفعل، وتحتوى هذه الأسطوانات على فتحتين وهما : فتحة غرفة

المكبس، وفتحة غرفة العمود، فعند دخول الهواء المضغوط من فتحة غرفة المكبس تتقدم الأسطوانة للأمام ليخرج الهواء الموجود أمام المكبس من فتحة غرفة العمود. وعند دخول الهواء المضغوط من فتحة غرفة العمود تتراجع الأسطوانة للخلف ليخرج الهواء الموجود خلف المكبس من فتحة غرفة المكبس.

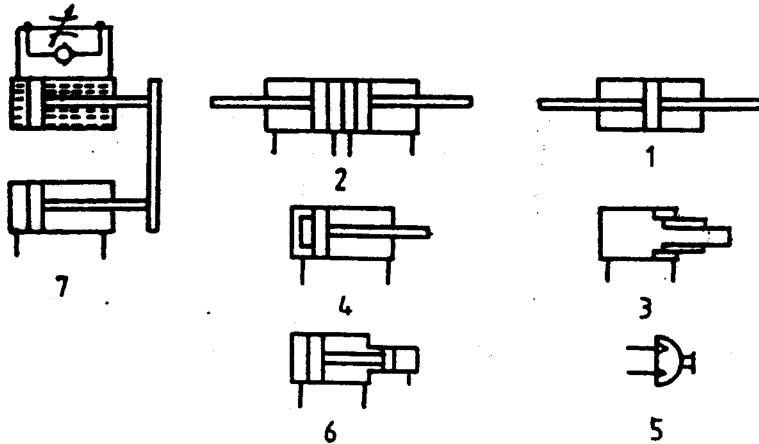


الشكل (١ - ٨)

وفيما يلي رمز الأسطوانة ثنائية الفعل:



ويوجد تصميمات خاصة للاسطوانات، **وفيما يلي رموز الأنواع المختلفة لهذه التصميمات:**



وفيما يلى عرض سريع لهذه الأنواع وهى كما يلى:

١ - الرمز 1 لأسطوانة ثنائية الفعل بذراعى دفع على جانبيها، وهى تستخدم للحصول على دفع مزدوج فى شوطى الذهاب والعودة.

٢ - الرمز 2 لأسطوانة متعددة المواضع حيث تستخدم للحصول على أكثر من موضع للتشغيل، وذلك بتثبيت أحد ذراعى الأسطوانة والتحكم فى تدفق الهواء المضغوط، فعند تقدم ذراع واحد للأسطوانة نحصل على وضع التشغيل الأول. وعند تقدم ذراعى الأسطوانة نحصل على وضع التشغيل الثانى، وعند تراجع ذراعى الأسطوانة للخلف نحصل على وضع التشغيل الثالث.

٣ - الرمز 3 لأسطوانة تلسكوبية وهى تستخدم للحصول على أشواط كبيرة فعند السماح للهواء المضغوط بالدخول من مدخل غرفة المكابس تتقدم المكابس المتداخلة الأكبر فالأصغر لنحصل على شوط كبير. أما عند السماح للهواء المضغوط بالدخول من فتحة غرفة الأعمدة تتراجع المكابس الأصغر فالأكبر.

٤ - الرمز 4 لأسطوانة بخمد فى اتجاه الذهاب، وتتميز هذه الأسطوانة بانخفاض سرعتها فى نهاية شوط الذهاب، وبالتالى تمنع حدوث تصادم المكبس مع جسم الأسطوانة ويوجد أسطوانات بخمد فى مشوار الذهاب أو العودة أو كليهما معًا.

٥ - الرمز 5 لأسطوانة دوارة وتعطى هذه الأسطوانة زوايا دورانية أقل من 360 في الاتجاهين، ويعتمد اتجاه دوران الأسطوانة على اتجاه تدفق الزيت.

٦ - الرمز 6 لأسطوانة تكبير الضغط وتستخدم هذه الأسطوانات فى الاستخدامات التى تحتاج لضغط كبير جداً مع معدل تدفق صغير، فعند دخول الهواء المضغوط من فتحة غرفة المكبس الكبير يتقدم المكبس الكبير والمكبس الصغير فنحصل على ضغط عالٍ جداً من فتحة غرفة المكبس الصغير يتناسب مع النسبة بين مساحتى المكبسين.

٧ - الرمز 7 لأسطوانة هيدروليكية نيوماتيكية وتستخدم وتستخدم هذه الأسطوانة في الورش للحصول على تغذية رأسية وأفقية كما هو الحال إلخ بسرعة منخفضة جداً عند الذهاب وسرعة عادية عند العودة.

وتتكون من أسطوانتين ثنائيتين الفعل، إحداهما هوائية، والثانية زيتية، أما الأسطوانة الزيتية فهى مملوءة بالزيت ويوصل مدخلا الأسطوانة معًا من خلال صمام خانق لارجعى (سوف نتناوله فى الفقرة ١ – ٨) يقوم بخنق الزيت المار به فى اتجاه واحد .

١ / ٧ – المحركات الهوائية Air motors :

يفضل استخدام المحركات الهوائية عن المحركات الكهربية فى ميادين كثيرة خصوصًا فى القدرات الصغيرة والتى لا تتعدى 30 HP للأسباب التالية :

١ – سعرها منخفض نسبيًا .

٢ – تكاليف تشغيلها منخفضة نسبيًا .

٣ – أكثر أمانًا خصوصًا فى الأماكن الخطرة التى لا تتحمل حدوث شرر كهربى فيها .

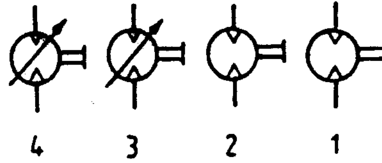
٤ – لا تحتاج لحماية ضد زيادة الأحمال عليها كما أن عزم بدئها كبير .

٥ – ذات أحجام وأوزان صغيرة نسبيًا ويسهل صيانتها .

٦ – يمكن بسهولة جدًا التحكم فى سرعاتها بالصمامات الخانقة اللارجعية .

٧ – تستخدم كبادئات لبعض محركات الديزل والتوربينات الغازية بدلاً من استخدام البطاريات .

وأكثر المحركات الهوائية انتشارا المحركات الترددية وهناك أنواع أخرى من المحركات الهوائية مثل المحركات الريشية، علما بأن تركيب المحركات الهوائية لا يختلف كثيرا عن تركيب الضواغط الهوائية، حيث إن الاختلاف فقط في مبدأ التشغيل ، فالمحركات الهوائية تغذي بالهواء المضغوط للحصول على حركة دورانية .أما الضواغط فتدار للحصول على هواء مضغوط ، وفيما يلي رموز الأنواع المختلفة للمحركات الهوائية حسب الوظيفة .



فالرمز 1 لمحرك هوائى بسرعة ثابتة، ويدور فى اتجاه واحد .

والرمز 2 لمحرك هوائى بسرعة ثابتة ويدور فى اتجاهين.

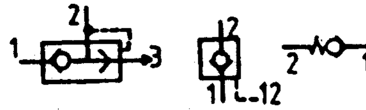
والرمز 3 لمحرك هوائى بسرعة متغيرة ويدور فى اتجاه واحد .

والرمز 4 لمحرك هوائى بسرعة متغيرة ويدور فى اتجاهين.

١ / ٨ - الصمامات اللارجعية والصمامات الخانقة ومخفضات صوت العادم:

أولاً: الصمامات اللارجعية Check Valves :

وتقوم هذه الصمامات بالسماح بمرور الهواء المضغوط فى اتجاه واحد، وتمنع سريانه فى الاتجاه الآخر، **وفيما يلى رموز الأنواع المختلفة للصمامات اللارجعية وهى كما يلى:**



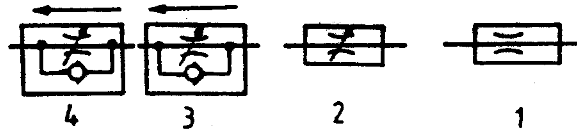
- الرمز 1 لصمام لارجعى بياى حيث يسمح هذا الصمام بمرور الهواء المضغوط فى الاتجاه 2 ← 1 فقط، وتسمى الفتحة 1 بفتحة الدخول والفتحة 2 بفتحة الخروج.
- الرمز 2 لصمام لارجعى بإشارة تحكم، ويحتوى هذا الصمام على ثلاث فتحات وهى: فتحة دخول 1 وفتحة خروج 2 وفتحة تحكم 12، بحيث يسمح هذا

الصمام بمرور الهواء فى الاتجاه 2 ← 1، ولكن عند وصول إشارة ضغط عند المدخل 12 يسمح بمرور الهواء المضغوط فى الاتجاه 1 ← 2.

- الرمز 3 لصمام تصريف سريع Quick exhaust Valve، ويتكون هذا الصمام من صمام لارجعى عادى، وصمام لارجعى بإشارة تحكم موصلين معًا كما هو واضح من رمز الصمام، ولهذا الصمام ثلاث فتحات وهى: 1, 2, 3 حيث يمكن للهواء المضغوط أن يمر فى المسار 2 ← 1 أو المسار 3 ← 2 فقط.

ثانيًا: الصمامات الخانقة Restrictors:

وتقوم هذه الصمامات بخنق مرور الهواء المضغوط وفيما يلى رموز هذه الصمامات.



وهى كما يلى:

أ - **الصمامات الخانقة العادية:** وتقوم هذه الصمامات بتقليل معدل تدفق الهواء المضغوط، وهى تتكون من: أنبوبة معدنية بها مكان ضيق لخنق مرور الهواء المضغوط، وتوجد أنواع بخنق ثابت (الرمز 1)، وأخرى بخنق يمكن معايرته بوسيلة يدوية (الرمز 2).

ب - **الصمامات الخانقة اللارجعية:** وهى صمامات تقوم بخنق تدفق الهواء المضغوط فى اتجاه واحد فقط، وتستخدم لتقليل سرعة الأسطوانات أو المحركات الهوائية فى اتجاه واحد فقط، وتتكون هذه الصمامات من صمام خانق موصل بالتوازى مع صمام لارجعى، وتوجد أنواع بخنق ثابت (الرمز 3)، وأخرى بخنق يمكن معايرته بوسيلة يدوية (الرمز 4) حيث يمر الهواء المضغوط فى الاتجاه المبين بالرمز بدون خنق.

ثالثًا : مخفضات صوت العادم Silencers :

وتقوم هذه المخفضات بتقليل سرعة هواء العادم، وبالتالى تنخفض الضوضاء الناتجة عن خروج هواء العادم، ويراعى استخدام مخفضات صوت العادم ذات الحجم المناسب حتى لا يخنق حركة الهواء العادم، والتأكد دائمًا بعدم انسداد ثقوب المخفضات، وفيما يلى رمز مخفض صوت العادم.

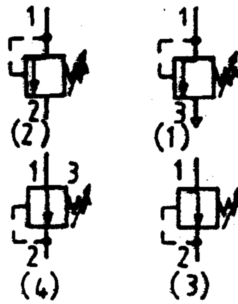


١ / ٩ - صمامات التحكم فى الضغط Pressure Control Valves :

وتقوم هذه الصمامات بالتحكم فى ضغط الهواء المضغوط. وفيما يلى رموز الأنواع المختلفة لهذه الصمامات وهى كما يلى :

١ - صمامات الأمان (تصريف الضغط) Relief Valves :

وتقوم هذه الصمامات بتحديد القيم العظمى للضغط وتستخدم عادةً فى خزانات الهواء المضغوط لمنع زيادة الضغط داخل الخزان لحدود غير آمنة (الرمز 1).



حيث تمرر هذه الصمامات الهواء المضغوط فى المسار 3 ← 1 عند زيادة الضغط عند المدخل 1 للقيمة المعايرة عليها علمًا بأنه يمكن ضبط هذه الصمامات عند الضغط المطلوب بوسيلة يدوية معدة لذلك.

٢ - الصمامات التتابعية Sequence Valves :

وتقوم هذه الصمامات بالسماح بمرور الهواء المضغوط فى المسار 2 ← 1، وذلك عند وصول الضغط عند المدخل 1 للحد المعاير عليه الصمام التتابعى. وتتشابه الصمامات التتابعية وصمامات الأمان فى التصميم لحد كبير مع اختلاف وظيفة كل منهما (الرمز 2).

٣ - صمامات تنظيم الضغط Pressure regulators :

وتقوم هذه الصمامات بتقليل ضغط الهواء الداخل من الفتحة 1 والخارج من الفتحة 2، وهناك نوعان من هذه الصمامات وهما :

أ - **صمام تنظيم ضغط بدون فتحة تصريف** : ويقوم هذا الصمام بتقليل ضغط الهواء المضغوط الداخل من 1 والخارج من الفتحة 2، أما إذا زاد الضغط عن الفتحة 2 (نتيجة لتوقف استهلاك الهواء المضغوط عند الحمل) فيقوم الصمام بقطع تدفق الهواء المضغوط فى المسار 2 ← 1، ويسمح بمرور الهواء من الحمل إلى الهواء الجوى فى المسار 3 ← 2، وبذلك يحدث استقرار للضغط عند الحمل بدون قفزات للضغط.

١ / ١٠ - وحدة الخدمة Service Unit :

توضع وحدة الخدمة فى مدخل الهواء المضغوط عند كل آلة أو معدة، وتقوم هذه الوحدة بإعادة تنظيف وترشيح الهواء المضغوط، وذلك بترشيح الهواء المضغوط من الأتربة العالقة به، وفصل الماء الموجود فيه، وتقوم أيضاً بتنظيم ضغوط الهواء المضغوط عند الأحمال مهما تغيرت ظروف الأحمال.

وأخيراً تقوم بتشبيع الهواء المضغوط ببخار الزيت من أجل تزييت الأجزاء المنزلقة داخل عناصر التحكم الهوائية لحمايتها من التآكل.

وتتكون وحدة الخدمة من أربعة عناصر وهى :

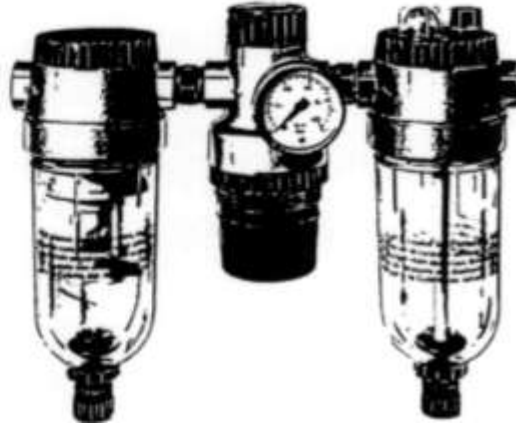
١ - مرشح هواء بفاصل ماء Filter/ Separator

٢ - صمام تنظيم الضغط Pressure regulator

٣ - عداد قياس ضغط Pressure gauge

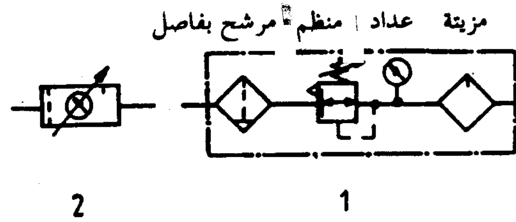
٤ - مزيتة Oiler

والشكل (١ – ٩) يعرض صورة لوحدة خدمة من صناعة شركة Spirax Sarco



الشكل (١-٩)

وفيما يلي رمز وحدة الخدمة كرمز مفصل (الرمز 1) وكرمز مختصر (الرمز 2) .



١ / ١١ – وحدة الرفع بالتفريغ Suction Lifter :

تتكون وحدة الرفع بالتفريغ من :

١ – منفاخ هوائى Impulse ejector .

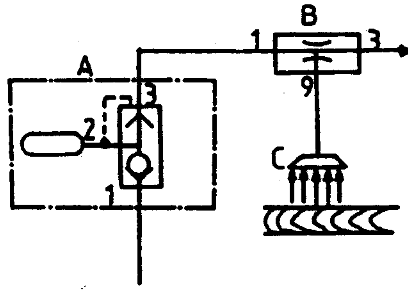
٢ – فونية سحب Suction nozzle .

٣ – كأس سحب Suction Cup .

أما المنفاخ الهوائى : فيتكون هو الآخر من خزان هواء صغير، وصمام تصريف

سريع، ويقوم المنفاخ الهوائى بإمرار شحنة الخزان كدفعة واحدة، وذلك عند انقطاع دخول الهواء المضغوط من الفتحة 1 ليصل إلى الفتحة 1 لفونية السحب، فتقوم بإحداث تفريغ هوائى عند الفتحة 9 وبالتالى يحدث تفريغ عند كأس السحب، فيتمكن هذا الكأس من رفع أى جسم قريب منه نتيجة للتفريغ الحادث. وفيما يلى الرمز المفصل لوحدة الرفع بالتفريغ حيث إن :

المنفاخ الهوائى A فونية السحب B كأس السحب C

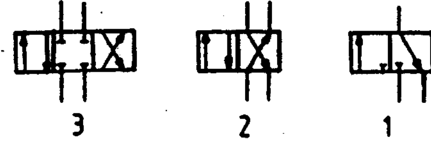


١ / ١٢ - الصمامات الاتجاهية Direction Valves :

تصمم الصمامات الاتجاهية لتوجيه الهواء المضغوط عند الوقت اللازم بالطريقة التى تسمح بتشغيل أو إيقاف عناصر الفعل على سبيل المثال دوران محرك هوائى أو حركة مكبس أسطوانة للأمام أو الخلف وهكذا.

ويتم تسمية الصمام الاتجاهى تبعًا لعدد فتحاته، وكذلك تبعًا لعدد مواضع التشغيل. وعادة يرمز لكل صمام اتجاهى بمستطيل مقسم إلى عدد من المربعات كل مربع يسمى وضع تشغيل، ويوضع على المحيط الخارجى لكل وضع تشغيل (مربع) أطراف التوصيل (فتحات) الصمام، ثم يحدد مسارات التدفق فى كل موضع بمجموعة من الأسهم التى تدل على اتجاه التدفق، ونستخدم حرف T للإشارة إلى أن الفتحة مغلقة وعدم مرور الهواء المضغوط فيها.

وعادة توصل خطوط رأسية بأطراف التوصيل للصمام فى الوضع الابتدائى أو وضع التشغيل المستخدم. **وفيما يلى رموز ثلاثة أنواع مختلفة من الصمامات :**



- فالرمز 1 لصمام بوضعى تشغيل وثلاث فتحات ويسمى هذا الصمام بصمام اتجاهى 3/2 .
- والرمز 2 لصمام بوضعى تشغيل وأربع فتحات ويسمى هذا الصمام بصمام اتجاهى 4/2 .
- والرمز 3 لصمام بثلاثة أوضاع تشغيل وأربع فتحات ويسمى بصمام اتجاهى 4/3 .

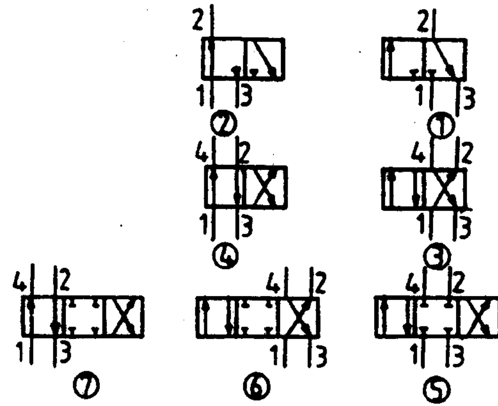
وهناك طريقتان لترقيم أطراف توصيل الصمام، إما باستخدام رموز حرفية (طريقة قديمة)، أو باستخدام رموز عددية (طريقة حديثة) والجدول (١ - ١) يعرض الرموز المستخدمة لهذه الطرق .

الجدول (١ - ١)

نوع أطراف التوصيل	الترقيم الحرفى	الترقيم العددى
أطراف توصيل الأسطوانات .	A, B, C, ...	2, 4, 6, ...
طرف توصيل مصدر الهواء	P	1
أطراف التصريف (العادم)	R, S, T, ... W	3, 5, 7, ...
أطراف التحكم	X, Y, Z	12, 14, 16, ...

وفيما يلى رموز ثلاثة أنواع مختلفة من الصمامات فى الوضع الابتدائى وأوضاع التشغيل مستخدمًا الطريقة الحديثة للترقيم حيث إن :

- الرمز 1 لصمام اتجاهى 3/ 2 يعمل على الوضع الأيمن وفيه الفتحة 1 مغلقة والمسار 3 ← 2 مفتوح.
- الرمز 2 يعرض رمز صمام اتجاهى 2 /3 يعمل على الوضع الأيسر وفيه الفتحة 3 مغلقة والمسار



2 → 1 مفتوح.

- الرمز 3 لصمام اتجاهى 4/2 يعمل على الوضع الأيمن ومسارات التدفق فى هذا الوضع كما يلى : 2 → 1 ,3 → 4.

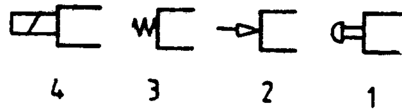
- الرمز 4 لصمام اتجاهى 2 /4 يعمل على الوضع الأيسر ومسارات التدفق فى هذا الوضع كما يلى : 4 → 1 ,3 → 2.

- الرمز 5 لصمام اتجاهى 4/3 يعمل عند الوضع المركزى (التعادل) وفيه جميع فتحات الصمام مغلقة.

- الرمز 6 لصمام اتجاهى 4/3 يعمل عند الوضع الأيمن ومسارات التدفق فيه 2, → 1 3 → 4.

- الرمز 7 لصمام اتجاهى 4/3 يعمل عند الوضع الأيسر ومسارات التدفق فيه 4, → 1 3 → 2.

ملاحظة : يوضع على جانبى المستطيل المعبر عن الصمام وسائل تشغيل الصمام ورموزها كما يلى :



- تشغيل الصمام بضاغط يدوى (رمز 1).

- تشغيل الصمام بإشارة ضغط هوائية (رمز 2).

- عودة الصمام بياى إرجاع (رمز 3).

- تشغيل الصمام بملف كهربى (رمز 4).

وسوف نتناول فى الفقرات القادمة البوبينات الكهربية (الملفات الكهربية) المستخدمة فى تشغيل الصمامات الاتجاهية الكهروهوائية، وكذلك الأنواع المختلفة للصمامات الاتجاهية الكهروهوائية حسب التصميم.

١ / ١٢ / ١ – البوبينات الكهربية Electrical Solenoids :

تتكون البوبينات الكهربية بصفة عامة من قلب مغناطيسى وملف كهربى ويمكن الحصول على قوة دفع وقوة جذب من البوبينات الكهربية، **وهناك نوعان من البوبينات الكهربية أحدهما يعمل بالتيار المستمر، والآخر يعمل بالتيار المتردد.**

أولاً : بوبينات التيار المتردد :

تصمم هذه البوبينات بحيث يكون قلبها المغناطيسى على شكل حرف T لتقليل التيار المسحوب من المصدر الكهربى مما يزيد من عمر البوبينة.

وفيما يلى أهم أسباب تلف بوبينات التيار المتردد :

١ – وجود مشكلة ميكانيكية فى الصمام الاتجاهى تمنع حركة القلب المغناطيسى للبوبينة.

٢ – وصول تيار كهربى لبوبينتى الصمام الاتجاهى ذى البوبينتين فى لحظة واحدة.

٣ – وصول عدد مرات تشغيل البوبينة لحوالى 15000 مرة تقريباً.

ثانياً : بوبينات التيار المستمر :

وفيما يلى أهم مميزات بوبينات التيار المستمر :

١ – لا تحترق عند توقف القلب المغناطيسى لها فى منتصف الشوط؛ نتيجة لمشكلة ميكانيكية فى الصمام الاتجاهى.

٢ – لا تحترق عند وصول تيار كهربى لبوبينتى الصمام الاتجاهى ثنائى البوبينة فى آن واحد.

٣ – يتراوح عمر هذه البوبينات لحوالى 25000 مرة تشغيل تقريباً.

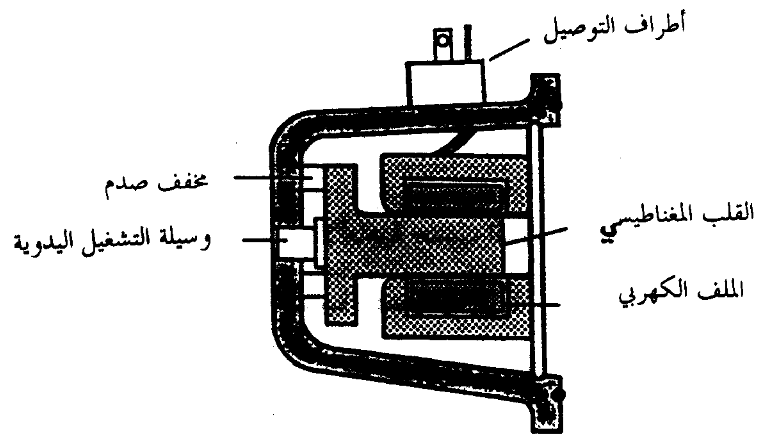
أما عيوب هذه البوبينات فيمكن تلخيصها فى النقاط التالية :

١ – مكلفة عند التصميم.

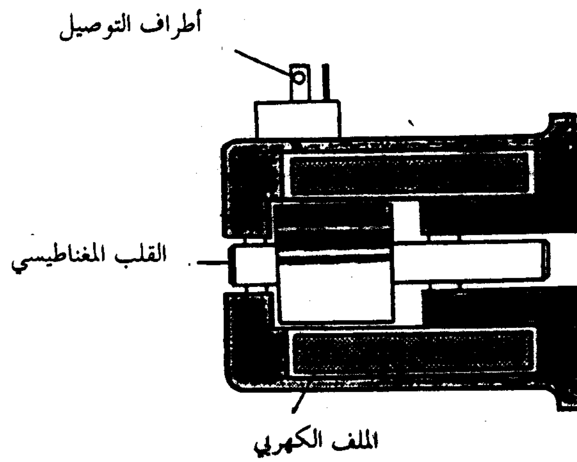
٢ – تحتاج لمصدر كهربى خاص.

٣ – زمن استجابتها كبير مقارنة بزمن استجابة بوبينات التيار المتردد.

والشكل (١ - ١٠) يعرض قطاعًا فى بوبينة تيار متردد (أ) وقطاعًا فى بوبينة تيار مستمر (ب).



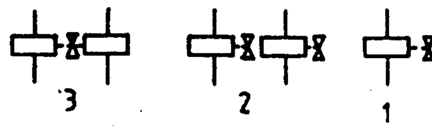
أ



ب

الشكل (١ - ١٠)

وفيما يلى رموز بوبينات الصمامات الاتجاهية، فالرمز 1 لبوبينة صمام بملف واحد والرمز 2، وكذلك الرمز 3 لبوبينة صمام بملفين.



١ / ١٢ / ٢ - أنواع الصمامات الاتجاهية حسب التصميم:

تنقسم الصمامات الاتجاهية حسب تصميمها إلى:

أ - صمامات اتجاهية قفازة **Poppet Valves**.

ب - صمامات اتجاهية منزلقة **Sliding Spool Valves**.

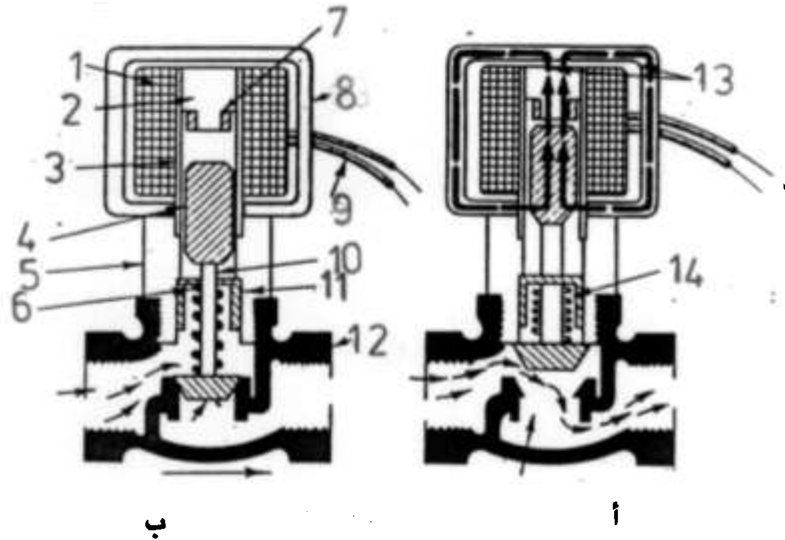
أولاً: الصمامات الاتجاهية القفازة:

تفضل الصمامات الاتجاهية القفازة فى الدوائر النيوماتيكية ذات التدفقات الكبيرة التى تحتاج لسرعة استجابة عالية عند الفتح والغلق، وعادة فإن هذه الصمامات تكون صمامات 3/2 أو 2/2، وتتميز هذه الصمامات بخلوها من التسربات وطول أعمارها، وعدم حاجتها للتزييت. ولكن يعاب عليها بكبر أحجامها، وعدم تنوع تصميماتها، وذلك لطبيعة عملها. والشكل (١ - ١١) يعرض قطاعين لصمام قفاز 2/2 يعمل بملف وياى أحدهما فى الوضع الابتدائى (أ)، والثانى فى وضع التشغيل أى عند وصول تيار كهربى لملف الصمام (ب).

حيث إن:

ملف كهربى	1
القلب المغناطيسى الثابت	2
أنبوبة يوضع بها القلب المتحرك	3
القلب المغناطيسى المتحرك	4

غطاء	5
ياى إرجاع	6
ملف كهربى مظلل	7
جسم الملف	8
أطراف الملف الكهربى	9
عمود دفع	10
غلاف ياى الإرجاع	11
جسم الصمام	12
مسار الفيض المغناطيسى	13
ياى الإرجاع (مضغوط)	14



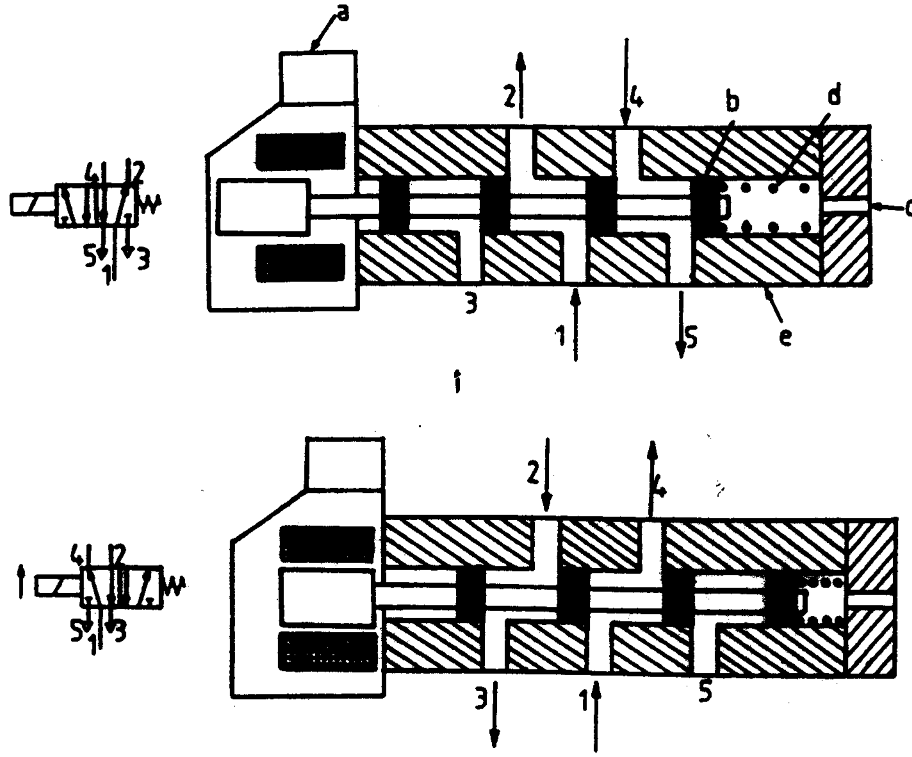
ب أ

الشكل (١-١١)

ثانيًا : الصمامات الاتجاهية المنزلقة :

تعد الصمامات الاتجاهية المنزلقة هى أكثر الصمامات الاتجاهية انتشارًا لتصميماتها المتنوعة، ولكن يعاب عليها حدوث تسربات عند أوضاع التشغيل ذات الفتحات المغلقة؛ وذلك نتيجة للخلوصات الموجودة بين العنصر المنزلق للصمام وجسم الصمام

والتى تصل إلى (5: 15 µm)، علمًا بانه قد عملت تصميمات خاصة للعنصر المنزلق لمنع التسربات ويسمى هذا النوع Packed Spool. وفى الشكل (١ – ١٢) قطاعان لصمام اتجاهى منزلق 5/2 بملف وياى فى الوضع الطبيعى (أ)، وعند وصول تيار كهربى لبوبينة الصمام (ب) وفى الشكل ذاته رمز الصمام فى الوضع الطبيعى، والرمز عند وصول تيار لبوبينة الصمام ويشار لذلك بسهم بجوار البوبينة.

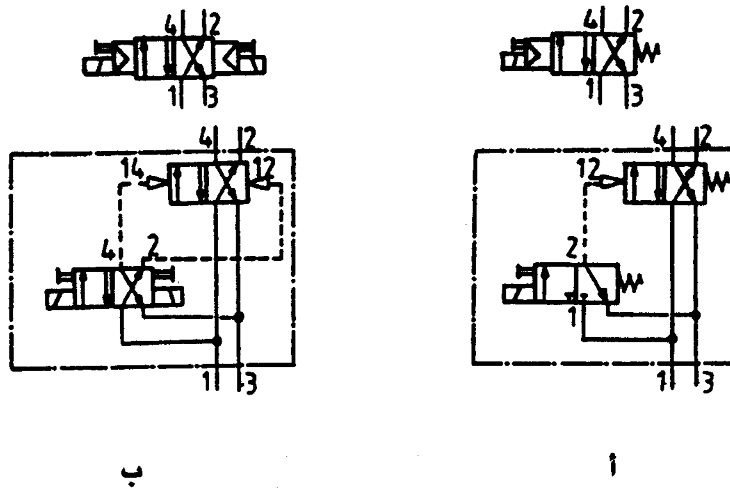


الشكل (١ – ١٢)

حيث إن:

البوبينة الكهربية (بوبينة تيار مستمر)	a
العنصر المنزلق Spool	b
فتحة تصريف المتسرب لغرفة ياى الإرجاع	c
ياى الإرجاع	d
جسم الصمام	e

ففى الوضع الطبيعى تكون مسارات التدفق فيه 2 ← 1 ,5 ← 4، وفى وضع التشغيل تكون مسارات التدفق فيه 4 ← 1 ,3 ← 2 . علمًا بانه كلما زاد حجم الصمام الاتجاهى ازدادت القوة اللازمة لتحريك العنصر المنزلق للصمام، لذلك عادة تصمم الصمامات الاتجاهية ذات التدفقات الكبيرة (والتى تحتوى على عنصر منزلق ذى حجم كبير) بتحكم مسبق، حيث تتكون هذه الصمامات من صمامين: **أحدهما** صمام إشارة، ويكون صغير الحجم، ويتم التحكم فيه بالملفات الكهربية الصغيرة، **والآخر** صمام رئيسى، ويكون بحجم كبير، ويمر فيه التدفقات الكبيرة للهواء المضغوط، ويتم التحكم فيه بإشارات ضغط قادمة من صمام الإشارة. وفى الشكل (١ - ١٣) الرمز المختصر والمفصل لصمام 4/2 سابق التحكم بملف وياى وبوسيلة يدوية (أ)، والرمز المختصر والمفصل لصمام 4/2 سابق التحكم بملفين كهربيين ووسيلتين يدويتين (ب).



الشكل (١ - ١٣)

أولاً: الصمام 4/2 سابق التحكم ذو الملف والياى والمزود بوسيلة يدوية:

فهذا الصمام يتكون داخليًا من صمام إشارة 4/2 بملف، ووسيلة يدوية وياى إرجاع وآخر رئيسى 4/2 بإشارة ضغط وياى إرجاع.

فكرة عمل الصمام:

عند وصول تيار كهربى لملف صمام الإشارة يتغير وضع صمام الإشارة إلى الوضع الأيسر، وفيه يمر الهواء المضغوط فى المسار 4 ← 1 ليصل لمدخل التحكم 12 للصمام الرئيسى، فيتغير وضع التشغيل للصمام الرئيسى إلى الوضع الأيسر. وعند انقطاع التيار الكهربى عن ملف الصمام يعود صمام الإشارة إلى الوضع الأيمن بفعل ياى الإرجاع فتنقطع إشارة الضغط عن فتحة التحكم 12 للصمام الرئيسى، فيعود هو الآخر للوضع الأيمن بفعل ياى الإرجاع.

ثانيًا: الصمام 4/2 سابق التحكم والذى يعمل بملفين كهربيين ووسيلتين يدويتين:

وهو يتكون من صمام إشارة 4/2 بملفين ووسيلتين يدويتين، وكذلك صمام رئيسى 4/2 بإشارتى ضغط.

فكرة عمل الصمام:

عند وصول تيار كهربى لملف صمام الإشارة الأيسر يتغير وضع الصمام إلى الوضع الأيسر، فيمر الهواء المضغوط عبر المسار 4 ← 1 ليصل لمدخل التحكم 14 للصمام الرئيسى فيتغير وضع التشغيل للصمام الرئيسى إلى الوضع الأيسر. وبالمثل عند وصول تيار كهربى لملف صمام الإشارة الأيمن، يعود الصمام لوضع التشغيل الأيمن فيمر الهواء المضغوط عبر المسار 2 ← 1 ليصل لمدخل التحكم 12 للصمام الرئيسى، فيعود الصمام الرئيسى لوضعه الأيمن وهكذا. وبذلك يمكن التحكم فى صمام كبير الحجم بملف كهربى صغير وهذا أفضل من ناحية استهلاك القدرة الكهربية.

وفى الشكل (١ – ١٤) صورة مجسمة لصمام اتجاهى 5/2 سابق التحكم بملف وياى.

حيث إن:

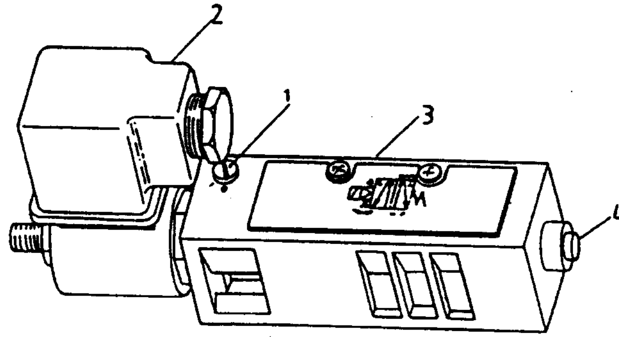
1 وسيلة يدوية للتشغيل فعند وضع حز المسمار فى مقابلة الوضع 0؛ فإن الصمام يعمل فقط عند وصول تيار كهربى لملفه، أما عند وضع حز المسمار فى مقابلة الوضع 1 (بواسطة مفك يدوى)؛ فإن الصمام ينتقل للوضع الأيسر ليعمل

بصفة مستديمة فى هذا الوضع إلى أن يعاد هذا المسمار لوضع 0، وتستخدم هذه الوسيلة اليدوية فى أعمال الصيانة.

2 الملف الكهربى.

3 جسم الصمام.

4 غطاء زجاجى بعلم يكون لونه أحمر عند عمل الصمام أى عند وصول تيار كهربى لملف الصمام أو عند وضع الوسيلة اليدوية على وضع 1.



الشكل (١ – ١٤)

الباب الثانى

عناصر التحكم الكهربى

عناصر التحكم الكهربى

٢ / ١ – مقدمة :

لكى نتمكن من دراسة النظم الكهروهوائية سواء كانت تقليدية أو حديثة يجب أولا أن نتعرف على مكونات أى نظام تحكم وهى :

أ – عناصر التشغيل : مثل المحركات الكهربية بأنواعها المختلفة .

ب – أجهزة التحكم الكهربية والتى تنقسم إلى :

١ – أجهزة نقل البيانات مثل : مفاتيح نهاية المشوار، مفاتيح الضغط، المفاتيح التقاربية، الخلايا الضوئية، مفاتيح درجة الحرارة، أجهزة الوقاية . . . إلخ .

٢ – أجهزة معالجة البيانات التقليدية مثل : الريلهات الكهرومغناطيسية والمؤقتات الزمنية بأنواعها المختلفة، وكذلك العدادات الكهروميكانيكية .

٣ – أجهزة التحكم فى القدرة مثل الكونتاكتورات .

٤ – أجهزة مخاطبة نظام التحكم مثل : الضواغط، المفاتيح اليدوية، ولمبات البيان وأبواق الإنذار الصوتية .

وسوف نتناول هذه الأجهزة فى الفقرات القادمة .

٢ / ٢ – عناصر التشغيل الكهربية :

وهذه العناصر هى المسئولة عن تشغيل أى معدة، وأهم عناصر تشغيل المحركات الكهربية .

فالمحركات الكهربية تستخدم لإدارة الضاغط الهوائى للحصول على هواء مضغوط، لذلك سنتناول المحركات الكهربية فى هذه الفقرة بطريقة موجزة ومبسطة، **وتنقسم المحركات الكهربية حسب تيار التشغيل إلى :**

محركات تيار مستمر – محركات تيار متردد .

وسوف نتناول محركات التيار المتردد خصوصاً المحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابى لما لها من انتشار عظيم فى الصناعة .

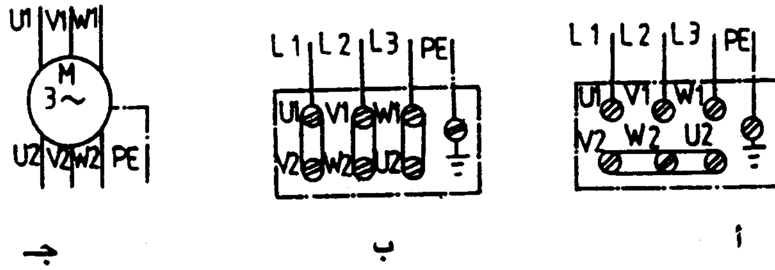
فتتواجد المحركات الاستنتاجية ذات القفص السنجابى فى عدة صور أهمها المحركات الاستنتاجية نجما دلتا Y/Δ، حيث يتم توصيل الملفات الثلاثة لهذه المحركات على شكل (Δ) للعمل على جهد U، أو نجما (Y) للعمل على جهد $\sqrt{3}U$، فإذا كان جهد تشغيل المحرك عند توصيله 220 VΔ؛ فإن جهد تشغيل المحرك عند توصيله Y وهو 380V.

وتحتوى هذه المحركات على ست نقاط توصيل رموزهم كالتالى:

(U_2, V_2, W_2) - (U_1, V_1, W_1)

حيث إن الملف الأول أطرافه U_1, U_2 والملف الثانى أطرافه V_1, V_2 والملف الثالث أطرافه W_1, W_2.

والشكل (٢ - ١) يعرض طريقة توصيل روزتة (صندوق أطراف المحرك) المحرك نجما Y مع المصدر الكهربى (أ) ودلتا مع المصدر الكهربى (ب) والرمز العالمى لمحرك نجما - دلتا (جـ).



الشكل (٢ - ١)

حيث إن L_1, L_2, L_3 هى الأوجه الثلاثة للمصدر الكهربى ثلاثى الأوجه، PE هو خط الأرضى للمصدر الكهربى علماً بأن المحركات الكهربية عادة تكون مزودة بنقطة توصيل إضافية لخط الأرضى، وعند توصيل هذه النقطة بخط الأرضى للمصدر الكهربى تمنع حدوث صعقة كهربية للأشخاص عند ملامسة جسم المحرك وذلك عند انهيار عزل المحرك.

ملاحظة: لمعرفة المزيد عن المحركات الكهربية استعن بالجزء الأول من سلسلة التحكم العملية (دوائر التحكم فى الآلات الكهربية والأنظمة الأوتوماتيكية).

٢ / ٣ - أجهزة نقل البيانات Data acquisition devices :

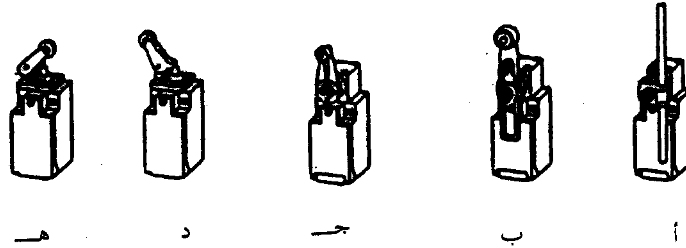
وهذه الأجهزة بمثابة الحواس الخمسة لنظام التحكم، حيث تقوم هذه الأجهزة بإعطاء معلومات عن ظروف تشغيل الماكينة أو العملية الصناعية، مثل: إعطاء معلومات عن درجة الحرارة، والضغط، ومنسوب السوائل فى الخزانات.. إلخ وسوف نتناول أهم أجهزة نقل البيانات فى الفقرات القادمة.

٢ / ٣ / ١ - مفاتيح نهاية المشوار الميكانيكية Limit switches :

وتستخدم هذه المفاتيح فى التحكم فى الأجسام المتحركة أو الحركة المكررة، ويعمل مفتاح نهاية المشوار الميكانيكى نتيجة ضغط عنصر الفعل له فتتحول ريش تلامسه المفتوحة طبيعيًا NO إلى مغلقة، والمغلقة طبيعيًا NC إلى مفتوحة، ويوجد عدة أشكال لرأس عنصر الفعل بالمفتاح مثل: خابور من الصلب، أو من البلاستيك، أو عجلة الصلب لها حرية فى اتجاه واحد أو الاتجاهين.. إلخ ويتم تثبيت كامات فى الأجسام المتحركة حتى تتمكن من الضغط على عنصر الفعل للمفتاح.

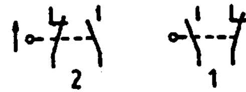
والشكل (٢ - ٢) يعرض الأشكال المختلفة لمفاتيح نهايات المشوار الميكانيكية والتى لها رءوس عناصر فعل مختلفة وهى كالآتى:

- مفتاح نهاية مشوار بذراع تدفع باليد فى أى اتجاه (أ).
- مفتاح نهاية مشوار بعجلة يمكن رفعها وخفضها وتدفع بكامة تتحرك يمينًا ويسارًا (ب).
- مفتاح نهاية مشوار بعجلة تدفع بكامة تتحرك يمينًا ويسارًا (جـ).
- مفتاح نهاية مشوار بعجلة تدفع بكامة تتحرك لأعلى أو أسفل (د).
- مفتاح نهاية مشوار بكامة تدفع بكامة تتحرك يمينًا (هـ).



الشكل (٢ – ٢)

وفيما يلى رمز مفتاح نهاية مشوار بريشتين: أحدهما – مفتوحة طبيعيًا NO والثانية – مغلقة طبيعيًا NC مرة فى الوضع الطبيعى (الرمز 1)، وعند قيام جسم متحرك بالضغط على عنصر الفعل للمفتاح ويشار على ذلك بسهم يشير لأعلى بجوار رمز المفتاح (الرمز 2).



٢ / ٣ / ٢- مفاتيح الضغط والخلخلة Pressure and vacuum switches :

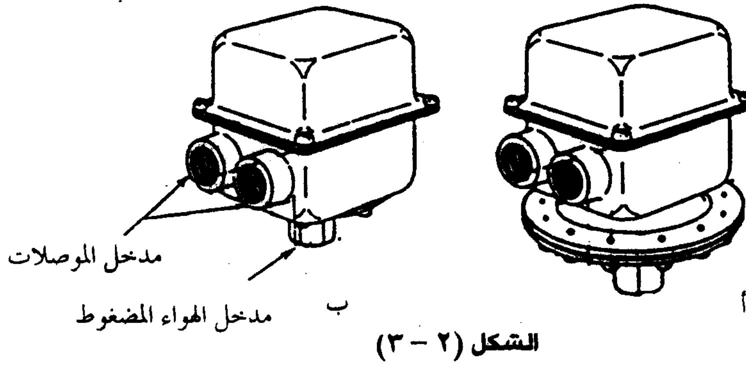
صممت هذه المفاتيح لتنظيم ومراقبة الضغط والخلخلة فى دوائر الموائع (سوائل – غازات)، وتحتوى هذه المفاتيح إما على ريش تلامس كالمستخدمة فى مفاتيح نهاية المشوار الميكانيكية، أو تحتوى على ريش تلامس رئيسية لوصل وفصل المحركات مباشرة، وتعمل مفاتيح الضغط والخلخلة على عكس ريش تلامسها فتتحول ريش التلامس المفتوحة NO إلى مغلقة والمغلقة طبيعيًا NC إلى مفتوحة، وعند انخفاض الضغط عن حد المعايرة بقيم فرقية معينة (تعتمد على تصميم المفتاح) تعود ريش التلامس لوضعها الطبيعى.

ويوجد نوعان من هذه المفاتيح تبعًا لطريقة عملها: **الأولى** تعمل نتيجة لدفع المائع لغشاء مطاطى ، أما **الثانية** تعمل نتيجة لدفع المائع لمكبس.

والشكل (٢ – ٣) **يعرض نموذجين مختلفين لهذه المفاتيح كما يلى:**

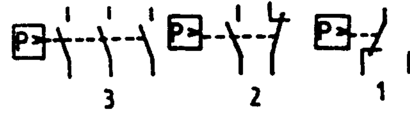
- مفتاح ضغط بغشاء مطاطى رمزود بريشة قلاب (الشكل أ) .

- مفتاح ضغط بمكبس وله ثلاثة أقطاب (الشكل ب) . علمًا بأن هذه المفاتيح تكون مزودة بوسيلة يدوية لضبط الضغط الأقصى .



الشكل (٢ - ٣)

وفيما يلى الرموز الكهربية للأنواع المختلفة لمفاتيح الضغط .



فالرمز 1 لريشة قلاب والرمز 2 لريشتين **أحدهما مفتوحة والأخرى مغلقة** والرمز 3 لثلاث ريش رئيسية **مفتوحة** .

٢ / ٣ / ٣ - المفاتيح التقاربية Proximity switches :

تقوم المفاتيح التقاربية بعكس حالة ريشة تلامسها عند تقارب الأجسام منها وتصل مسافة إحساسها ما بين 0:40 mm، ولكل مفتاح تقاربى مسافة إحساس تعتمد على تصميمه، **وتنقسم هذه المفاتيح إلى ثلاثة أنواع تبعًا لنظرية عملها وهى :**

النوع الأول : يبنى عملها على توليد مجال مغناطيسى يتغير عند اقتراب جسم معدنى منها، ومن ثم ينعكس حالة ريش تلامسها فتصبح الريشة المفتوحة طبيعيًا NO مغلقة، والمغلقة طبيعيًا NC مفتوحة، لذلك تسمى بمفاتيح تقاربية حثية .

النوع الثانى : يبنى عملها على توليد مجال كهربى يتغير عند اقتراب جسم عازل كهربى منها، ومن ثم ينعكس حالة ريش تلامسها فتصبح الريشة مفتوحة طبيعياً NO مغلقة، والعكس بالعكس، لذلك تسمى بمفاتيح تقاربية سعوية.

النوع الثالث : ينعكس حالة ريش تلامسها عند مرور مغناطيس دائم بجوارها، ويستخدم هذا النوع عادة فى تتبع حركة أسطوانة هوائية والتى يثبت بمكبسها مغناطيس دائم، وتسمى هذه المفاتيح بالمفاتيح التقاربية المغناطيسية.

وعادة تستخدم المفاتيح التقاربية الحثية **Inductive proximity switches** للإحساس بتقارب الأجسام المعدنية.

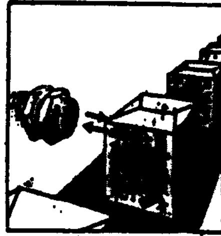
أما المفاتيح التقاربية السعوية **Capacitive proximity switches** فتستخدم للإحساس بتقارب الأجسام العازلة كهربياً.

أما المفاتيح التقاربية المغناطيسية **magnetic proximity switches** فتستخدم للأحساس بموضع الأسطوانات الهوائية المزودة بمغناطيس دائم مثبت بمكبسها.

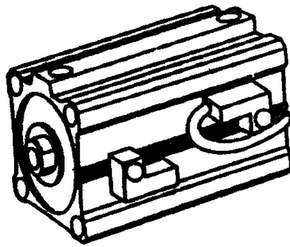
والشكل (٢ - ٤) يعرض صورة لمفتاح حثى يستخدم فى دائرة لعد البراميل المصنعة من الحديد (أ). وصورة لمفتاح سعوى يستخدم فى دائرة لعد صناديق الكرتون (ب). وصورة لأسطوانة هوائية مثبت عليها مفتاحين تقاربيين لتحديد مكان مكبس الأسطوانة (جـ).



أ



ب

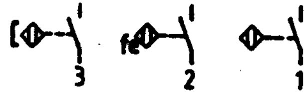


جـ

الشكل (٢-٤)

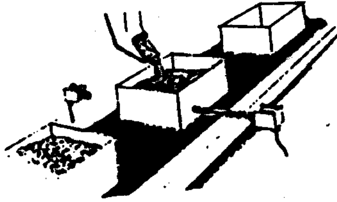
وفيما يلى الرموز العالمية للمفاتيح التقاربية بأنواعها المختلفة :

فالرمز 1 لمفتاح سعوى بريشة مفتوحة، والرمز 2 لمفتاح حثى بريشة مفتوحة والرمز 3 لمفتاح مغناطيسى بريشة مفتوحة.



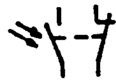
٢ / ٣ / ٤ - الخلايا الضوئية Photo-electric detectors :

تتميز الخلايا الضوئية عن المفاتيح التقاربية بمدى التشغيل الكبير الذى يتراوح ما بين عدة مليمترات إلى عدة مترات، كما أنها تعمل مع أى نوع من الأجسام سواء كانت عازلة كهربيًا أو موصلة كهربيًا، وتقوم الخلايا الضوئية بعكس حالة ريشة تلامسها عند قطع جسم غريب للشعاع الضوئى لها. والشكل (٢-٥) يعرض صورة لوحدة ملء صناديق تستخدم خلية ضوئية للتحكم فى عملية الملء.



الشكل (٢-٥)

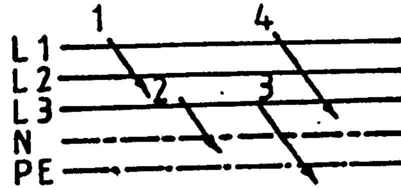
وفيما يلى رمز الخلية الضوئية (غير قياسى)



٢ / ٣ / ٥ - أجهزة الوقاية Protection devices :

يوجد أنواع مختلفة من أجهزة الوقاية والمستخدمة لحماية الدوائر الكهربية من:

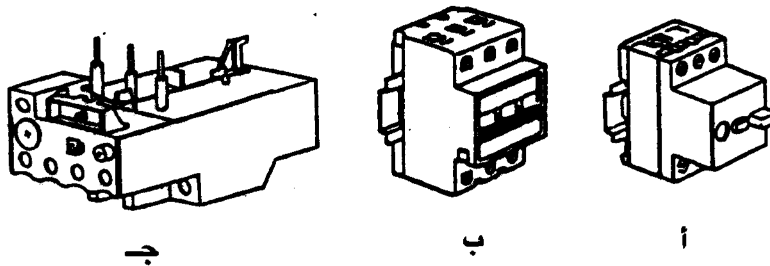
أ- **القصر**: وهو اتصال أوجه المصدر الكهربى معًا، أو اتصال أحد الأوجه أو أكثر من وجه مع الأرض PE، أو مع خط التعادل N ويزداد التيار المار فى الدائرة لحظة القصر ليصل عدة مرات من قيمته الأصلية، ويعتمد ذلك على جهد التشغيل ومكان القصر ومساحة مقطع الأسلاك. والشكل (٢ - ٦) يعرض أربعة أشكال مختلفة للقصر علمًا بانه يستخدم المصهرات الكهربية Fuses أو قواطع الدائرة الأتوماتيكية miniatures لحماية الدائرة من القصر.



الشكل (٢-٦)

ب- **زيادة الحمل**: وهو زيادة تيار التشغيل للمحركات إلى مرة ونصف أو أكثر من قيمته الأصلية؛ وينتج ذلك من حمل زائد على الآلة المدارة بالمحرك، وتستخدم المتممات الحرارية Thermal overloads أو قواطع المحركات mcb's لحماية المحركات من زيادة الحمل.

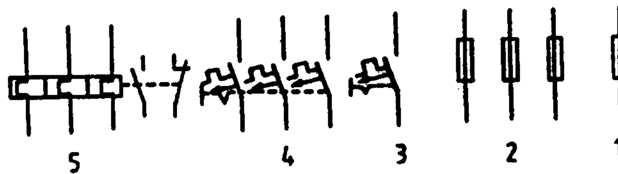
والشكل (٢ - ٧) يعرض صورة لقاطع محركات ذى قدرة صغيرة (أ) وقاطع دائرة ثلاثى القطب (ب) ومتمم حرارى (جـ).



الشكل (٢-٧)

وفيما يلى الرموز الكهربية لأجهزة الوقاية:

حيث إن الرمز 1 لمصهر قطب واحد، والرمز 2 لمصهر ثلاثة أقطاب، والرمز 3 لقاطع دائرة قطب واحد، والرمز 4 لقاطع دائرة ثلاثة أقطاب، والرمز 5 لمتمم حرارى.



٢ / ٤ - أجهزة معالجة البيانات Data processing devices :

يوجد نوعان من هذه الأجهزة وهما :

أ- **الأجهزة التقليدية**، مثل الريلهات الكهرومغناطيسية، والمؤقتات الزمنية، والعدادات... إلخ، وتقوم هذه الأجهزة بإعطاء أوامر التشغيل ، والفصل للكونتاكتورات والصمامات الاتجاهية، وذلك تبعًا لظروف تشغيل العملية الصناعية وكذلك تبعًا لطريقة توصيلها.

ب- **أجهزة التحكم المبرمج**: وتقوم هذه الأجهزة بالتحكم فى تشغيل أو فصل الكونتاكتورات والصمامات الاتجاهية، ولمبات البيان.. إلخ تبعًا لظروف تشغيل العملية الصناعية وكذلك تبعًا لبرنامج التشغيل، وسوف نتناول أجهزة التحكم المبرمج واستخدامها فى التحكم فى النظم الهوائية بالتفصيل فى الباب الخامس والسادس.

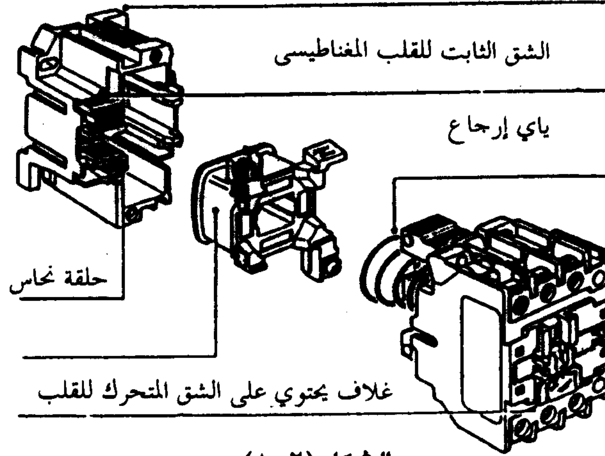
٢ / ٤ / ١ - الريلهات الكهرومغناطيسية Electromagnetic relays :

تتشابه الريلهات الكهرومغناطيسية والكونتاكتورات (سوف نتناولها فيما بعد فى الفقرة (٢ - ٥) لحد كبير فكلاهما مفاتيح كهرومغناطيسية تعمل بالمجال المغناطيسى الناشئ عن مرور التيار الكهربى فى البوبينة (ملف التشغيل)، وتتكون المفاتيح المغناطيسية بصفة عامة من قلب مغناطيسى مصنوع من رقائق من الصلب السليكونى، علمًا بأن هذا القلب مشقوق إلى شقين: **أحدهما** ثابت **والآخر** متحرك، ويوجد حول الشق الثابت البوبينة، أما الشق المتحرك فيحمل ريشة التلامس.

والفرق الجوهرى بين الريلاى الكهرومغناطيسى والكونتاكتور. هو أن الريلاى لا يحتوى على ريش تلامس رئيسية (وهى ريش تتحمل تيارات تشغيل كبيرة وتقوم بوصل وفصل المحركات) بل ريش تحكم فقط (وهى ريش تتحمل تيارًا لا يزيد عن 10 A)، وتستخدم هذه الريش فى دوائر التحكم التى سوف نتناولها فيما بعد لعمل بعض الوظائف المساعدة فى عمليات التحكم.

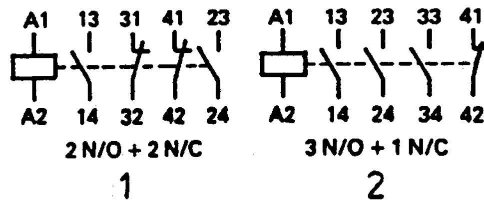
أما الكونتاكتورات فتحتوى على ريش تلامس رئيسية وكذلك ريش تلامس مساعدة (ريش تحكم).

والشكل (٢-٨) يبين تركيب المفتاح الكهرومغناطيسى بصفة عامة سواء كان ريلاى أو كونتاكتور فالرمز 1 لريلاى يحتوى على ريشتين مفتوحتين طبيعيًا وريشتين مغلقتين طبيعيًا 2NO + 2NC والرمز 2 لريلاى يحتوى على ثلاث ريش مفتوحة وريشة مغلقة 3NO + NC علمًا بأن A1, A2 هما طرفى بوبينة المفتاح الكهرومغناطيسى ولحظة اكتمال مسار التيار للبوبينة ينعكس حالة ريش تلامس المفتاح الكهرومغناطيسى فتصبح الريشة المفتوحة طبيعيًا NO مغلقة والعكس بالعكس.



الشكل (٢-٨)

وفيما يلى الرموز الكهربية للريليهات الكهرومغناطيسية:



٢ / ٤ / ٢ - المؤقتات الزمنية Timers:

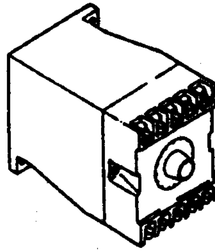
يوجد أنواع مختلفة للمؤقتات الزمنية مثل: المؤقتات الإلكترونية، والمؤقتات ذو المحرك، والمؤقتات الهوائية، **وسوف نتناول فى هذه الفقرة المؤقتات الإلكترونية فقط والتى تنقسم بدورها إلى ثلاثة أنواع حسب نظرية عملها:**

١- **المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند التوصيل ON Delay Timer** فعند اكتمال مسار التيار لبوبينة المؤقت ينعكس حالة ريش تلامسه (بعد تأخير زمنى t يعتمد على زمن معايرة المؤقت)، فتصبح الريشة المفتوحة طبيعياً NO مغلقة والعكس بالعكس. ولكن بمجرد انقطاع مسار التيار الكهربى للبوبينة تعود ريش التلامس للمؤقت لوضعها الطبيعى فى الحال.

٢- **المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند الفصل Off Delay Timer**، فعند اكتمال مسار التيار لبوبينة المؤقت ينعكس حالة ريش تلامسه فى الحال، ولكن عند انقطاع مسار التيار للبوبينة تعود ريش التلامس للمؤقت لوضعها الطبيعى بعد تأخير زمنى t (يعتمد على زمن المعايرة للمؤقت).

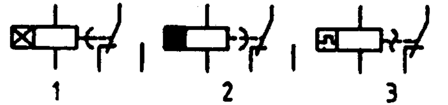
٣- **المؤقت الزمنى الرعاش Flashing Timer** فعند اكتمال مسار التيار لبوبينة المؤقت ينعكس حالة ريش تلامس المؤقت t_1، ثم تعود ريش التلامس لوضعها الطبيعى لمدة t_2، ويتكرر ذلك طوال فترة اكتمال مسار التيار لبوبينة المؤقت، ولكن بمجرد انقطاع مسار التيار تعود ريش المؤقت لوضعها الطبيعى علماً بأن هذه المؤقتات لها مكانين لضبط زمن التوصيل t_1 وزمن الفصل t_2.

والشكل (٢ - ٩) يعرض صورة مؤقت زمنى إلكترونى.



الشكل (٢ - ٩)

وفيما يلى رموز المؤقتات الزمنية المختلفة.



فالرمز 1 لمؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل بريشة قلاب، والرمز 2 لمؤقت زمنى يؤخر عند الفصل بريشة قلاب، والرمز 3 لمؤقت زمنى رعاش بريشة قلاب.

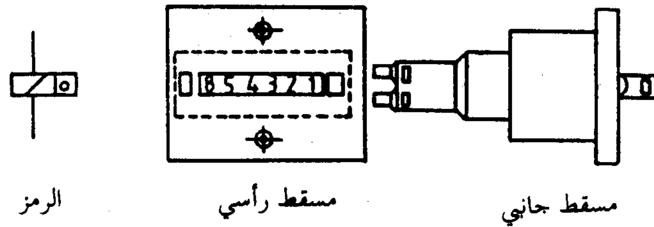
٢ / ٤ / ٣ - العدادات الكهروميكانيكية Electro mechanical counters :

تنقسم العدادات الكهروميكانيكية لنوعين أساسين وهما :

١- العدادات المجمعة Totalising counters :

وتستخدم هذه العدادات كعدادات ساعة لعد زمن التشغيل للمعدات بالساعة، ويزداد العدد المعروض فى العداد بمقدار واحد كلما وصلت له نبضة كهربية حتى يصل قيمة العدد المعروض إلى 99999، ثم يعود للصفر من جديد ويبدأ العد من جديد وهكذا.

والشكل (٢ - ١٠) يعرض المسقط الرأسى والجانبى لهذا النوع من العدادات ورمزه (غير قياسى).

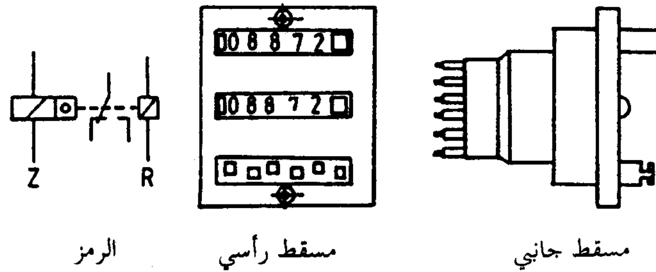


الشكل (٢-١٠)

٢- العدادات سابقة التحميل **Predetermining counters**:

وتزود هذه العدادات بوسيلة يدوية لتحميل العداد بعدد معين، وتحتوى هذه العدادات فى العادة على شاشتين للعرض: **أحدهما**: لعرض العدد المحمل به العداد، **والثانية**: لعرض القيمة الجارية للعداد. وفى البداية تكون قراءة العداد مساوية للصفر؛ ولكن كلما وصل للعداد نبضة كهربية ازدادت القراءة بمقدار 1 إلى أن تصبح قراءة العداد مساوية للعدد المحمل به العداد. وفى هذه الحالة يقوم العداد بعكس حالة ريشه فتصبح الريشة المفتوحة طبيعيًا مغلقة والمغلقة طبيعيًا مفتوحة.

ويمكن تحرير القيمة الجارية للعداد وإعادتها للصفر وذلك عند وصول إشارة كهربية لملف التحرير R للعداد أو بوسيلة يدوية معدة لذلك. وفى الشكل (٢-١١) مسقط جانبى وآخر رأسى لهذا العداد وكذلك رمز العداد (غير قياسى).



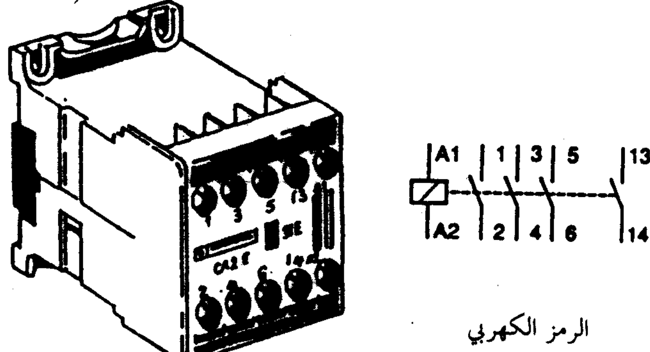
الرمز　　مسقط رأسي　　مسقط جانبي

الشكل (٢ - ١١)

٢ / ٥ - أجهزة التحكم فى القدرة **Power control devices**:

وهذه الأجهزة مسئولة عن تنفيذ أوامر التشغيل المرسلة إليها من أجهزة معالجة البيانات، ويوجد الكثير من أجهزة التحكم فى القدرة أهمها: الكونتاكتورات الكهربية. ولقد سبق أن أشرنا إلى أن تركيب ونظرية عمل الكونتاكتورات لا تختلف عن الريلهات إلا فى وظيفتها فالكونتاكتورات تستخدم فى وصل وفصل الأحمال، والريلهات تستخدم فى معالجة البيانات القادمة إليها تبعًا لطريقة توصيلها (انظر الفقرة ٤-٥-١).

والشكل (٢ – ١٢) يعرض صورة لكونتاكتور ورمزه الكهربى.

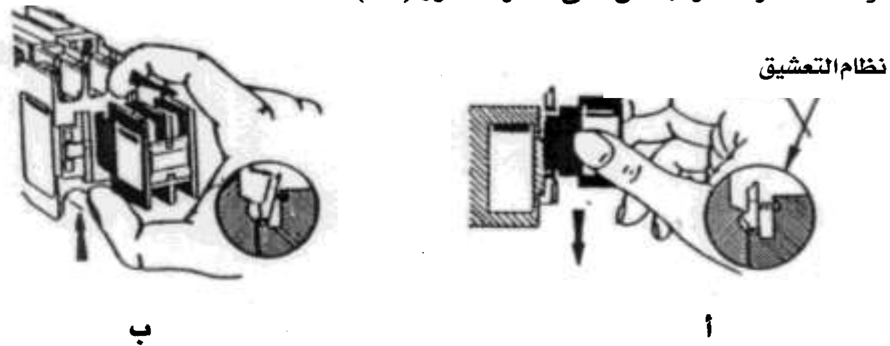


الشكل (٢ – ١٢)

وتثبت المتممات الحرارية عادة أسفل الكونتاكتورات وتوصل معها كهربيًا لحماية المحركات من زيادة الحمل.

وفى بعض الأحيان يلزم الأمر زيادة عدد ريش التلامس الإضافية (ريش التحكم) الخاصة بالكونتاكتور ، ولتحقيق ذلك تضاف وحدات تلامس إضافية تثبت على وجه الكونتاكتور وهذه الوحدات تحتوى على ريشتين أو أربع ريش تحكم بتنظيمات مختلفة فهناك أنواع مختلفة من هذه الوحدات على سبيل المثال :

وحدات مزودة بريشتين مفتوحتين (2NO)، وأخرى مزودة بريشتين مغلقتين (2NC)، وأخرى مزودة بأربع ريش مفتوحة (4NO) وهكذا. والشكل (٢ – ١٣) يعرض طريقة تثبيت وحدة إضافية تحتوى على ريشتين على وجه كونتاكتور (أ) وكذلك طريقة نزعها من على الكونتاكتور (ب).



ب أ

الشكل (٢ – ١٣)

٢ / ٦- أجهزة مخاطبة نظام التحكم man machine dialogue :

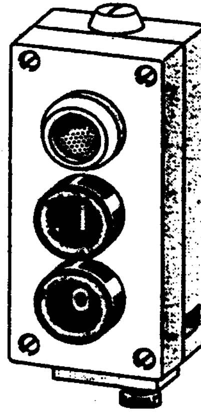
وهذه الأجهزة تجعل الإنسان قادراً على مخاطبة نظام التحكم، أو الآلة بمعنى إعطاء أوامر للنظام، وأيضاً متابعته فى نفس الوقت، وذلك من خلال مجموعة من الضواغط ومفاتيح التشغيل ولمبات البيان وأجهزة الإنذار الصوتى مثل الأبواق.. إلخ، وتعتبر ألوان لمبات البيان والضواغط فى غاية الأهمية بالنسبة للمشغلين، وذلك لتجنب الفهم الخاطئ عند إعطاء الأوامر، ومتابعة النظام والجدول الآتى يوضح الألوان الخاصة بالضواغط واستخدامها.

اللون	الاستخدام
أحمر	إيقاف (Stop)، فصل off، طوارئ Emergency
أخضر وأسود	بدء Start، تشغيل ON
أصفر	إعادة دورة التشغيل للعملية الصناعية إلى بدايتها.
أبيض أو أزرق فاتح	التحكم فى العمليات الثانوية التى لا ترتبط بدورة التشغيل للنظام.

أما الجدول التالى فيوضح الألوان الخاصة بلمبات البيان ومدلولها:

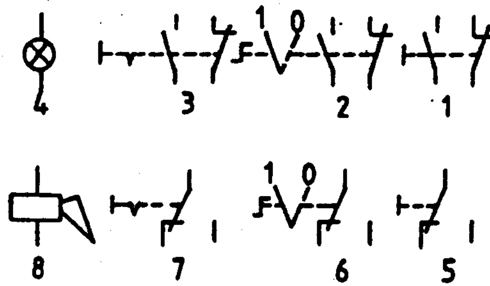
اللون	الاستخدام
أحمر	توقف الماكينة ناتج عن خلل مثل زيادة الحمل عليها (حالة غير طبيعية).
أصفر	انتباه كاقتراب كمية معينة كالتيار، أو درجة الحرارة، أو الضغط للقيمة القصوى أو الصغرى لها، أو تحذير من حدوث شيء غير طبيعى.
أخضر	الماكينة تعمل، أو الماكينة جاهزة للبدء أو ضغط الهواء مناسب للعمل.
أبيض	المفتاح الرئيسى فى وضع التشغيل (الدائرة عند جهد التشغيل المعتاد).
أزرق	وظائف مختلفة عما سبق ذكره.

والشكل (٢ – ١٤) يعرض وحدة تحكم تحتوى على لمبة بيان وضاغط تشغيل I وضاغط إيقاف 0.



الشكل (٢-١٤)

وفيما يلى الرموز الكهربية لأجهزة مخاطبة الآلة.



حيث إن:

الرمز 1 لضاغط بريشتين NO+NC.

الرمز 2 لمفتاح دوار بوضعين 0, 1 ويحتوى على ريشتين NO+NC.

الرمز 3لمفتاح بزر انضغاطى ويحتوى على ريشتين NO+NC.

الرمز 4 للمبة بيان.

الرمز 5 لضاغط بريشة قلاب CO.

الرمز 6 لمفتاح دوار بريشة قلاب CO.

الرمز 7 لمفتاح بزر انضغاطى بريشة قلاب CO.

الرمز 8 لهورن (إنذار صوتى).

٢ / ٧ - الحروف الدالة على نظام الترقيم لأجهزة التحكم:

الجدول التالى يعرض الحروف الدالة على رموز التحكم المختلفة.

جهاز التحكم	الحرف	جهاز التحكم	الحرف
المحركات	M	المؤقت الزمنى	KT,D
الضواغط اليدوية ومفاتيح نهاية	S	الصمام الاتجاهى	Y
المشوار		لمبات البيان والأبواق	H
مفتاح الضغط ودرجة الحرارة..	B	المحولات	T
إلخ		المولدات	G
الريلاى الكهرومغناطيسى	K	المفاتيح ذات المواضع المختلفة	Q
الكونتاكتور	KM		

وترقم أجهزة التحكم بالأسلوب التالى:

١- ترقم الأقطاب الرئيسية لأجهزة التحكم مثل: الكونتاكتورات والمتممات الحرارية وقواطع المحركات وقواطع الدائرة والسكاكين والمصهرات كما يلى:

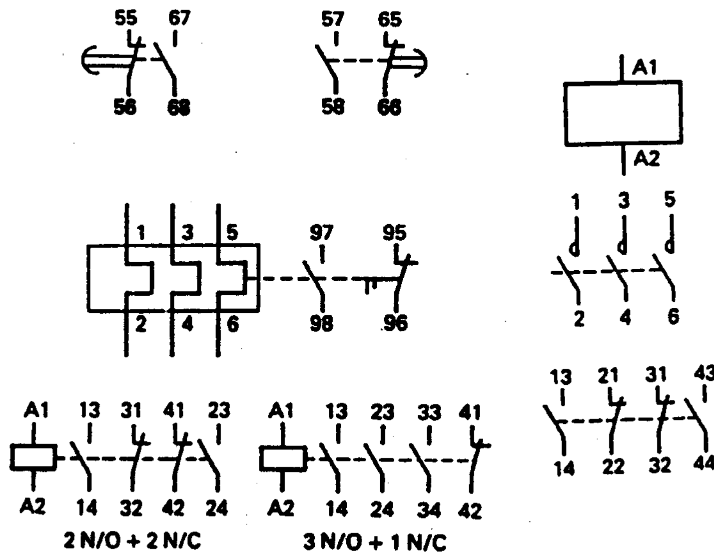
القطب الأول (L_1-T_1) أو (1-2)

القطب الثانى (L_2-T_2) أو (3-4)

القطب الثالث (L_3-T_3) أو (5-6)

٢- ترقم ريش التحكم لأجهزة التحكم مثل الكونتاكتورات، والضواغط، والمفاتيح المختلفة والمتممات الحرارية، والقواطع، والمؤقتات الزمنية، ... إلخ بعددين: العدد الموجود جهة اليمين يدل على نوع الريشة، والموجود جهة اليسار يدل على ترتيب الريشة داخل الجهاز، ويختلف العدد الموجود جهة اليمين حسب نوع الريشة مفتوحة أو مغلقة؛ وأيضاً حسب نوع الجهاز فريش التحكم المفتوحة للكونتاكتورات والضواغط والمفاتيح المختلفة تأخذ الأعداد 4-3، والمغلقة تأخذ الأعداد 2-1، أما ريش التحكم المفتوحة للمؤقتات الزمنية والمتممات الحرارية؛ فتأخذ الأعداد 8-7 والمغلقة تأخذ الأعداد 6-5.

٣- ترقم أطراف البوبينات ذات الملف الواحد بالرموز A1-A2 وذات الملفين بالرموز (A1-A2), (B1-B2) والشكل (٢ - ١٥) يوضح نظام الترقيم لأجهزة التحكم تبعاً للنظام العالمي.



الشكل (٢- ١٥)

٢ / ٨ - المخططات الكهربية:

تتكون المخططات الكهربية لنظم التحكم من:

١- دوائر التحكم. ٢- الدوائر الرئيسية.

أولاً: دوائر التحكم Control Circiuts:

هذه الدوائر توضح مسار التيار لبوبينات (ملفات التشغيل) الكونتاكتورات، والريلهات الكهرومغناطيسية، والمؤقتات الزمنية، والعدادات، ولمبات البيان والأبواق والصمامات الاتجاهية. وعادة فإن جهد دائرة التحكم يساوى جهد الوجه للمصدر الكهربى أو جهد صغير يتم الحصول عليه من محولات التحكم. وفيما يلى الجهود القياسية لدوائر التحكم.

24, 48, 110, 127, 220 V

وهذه الجهود إما مستمرة، أو متغيرة، وعادة ترسم ريش التحكم لأجهزة التحكم المستخدمة مثل: الكونتاكتورات، أو الريلهات والمؤقتات الزمنية، والضواغط.. إلخ فى وضعها الطبيعى فالمفتوحة طبيعياً No ترسم مفتوحة والمغلقة طبيعياً Nc ترسم مغلقة إلا فى حالات قليلة حيث يوضع سهم يشير لأعلى بجوار أى عنصر من عناصر دائرة التحكم ليدل على أنه تحت تأثير مؤثر خارجى.

وتستخدم المصهرات وقواطع الدائرة الاتوماتيكية لحماية دوائر التحكم من القصر، ولكن إذا زاد حجم دائرة التحكم بحيث يكون عدد البوبينات الموجودة أكثر من 5 بوبينات يلزم استخدام محول تحكم بالإضافة إلى وسائل الحماية الاخرى، وذلك لتقليل تيار القصر عند حدوثه نتيجة للمقاومة الكبيرة للمحولات ومحولات التحكم تشبه المحول الكهربى العادى ذا الملفين المنفصلين عدا أن سعة محولات التحكم صغيرة ولا تتعدى فى العادة (1000 VA).

ويجب ملاحظة أن جهود البوبينات الموجودة فى أى دائرة تحكم يجب أن تتساوى وتساوى جهد المصدر الكهربى لدائرة التحكم.

ثانياً: الدوائر الرئيسية Power Circiuts:

وهذه الدوائر توضح مسار التيار للأحمال الكهربية مثل: المحركات الكهربية، والسخانات، ولمبات الإضاءة. إلخ، ويظهر فى هذه الدوائر الأقطاب الرئيسية لأجهزة التحكم (الكونتاكتورات، والقواطع الاتوماتيكية، وقواطع المحركات، والمتممات الحرارية... إلخ) فى وضعها الطبيعى. وتستخدم المصهرات الكهربية

والقواطع الأتوماتيكية عادة فى حماية هذه الدوائر من القصر، وتستخدم المتممات الحرارية لحماية المحركات من زيادة الحمل، وتستخدم قواطع المحركات لحماية المحركات من القصر وزيادة الحمل، وترسم القواطع الأتوماتيكية وقواطع المحركات فى وضع Off، وتكون جميع أقطابها مفتوحة.

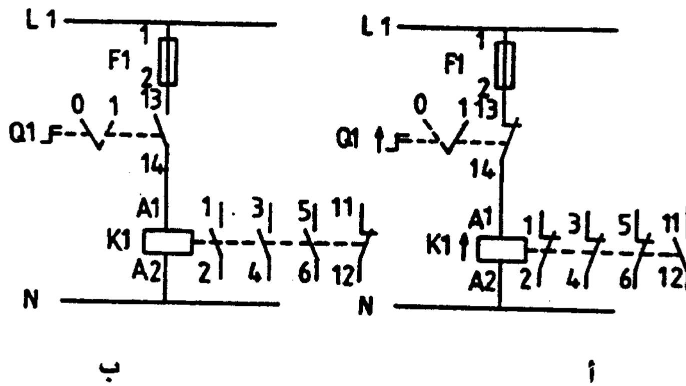
٢ / ٩ - نظرية تشغيل الكونتاكتور أو الريلاى:

يمكن تشغيل الكونتاكتور أو الريلاى بمفتاح له وضعى تشغيل، أو بضاغط يدوى ولكل طريقة تشغيل خصائص مميزة لها، ستتضح فى الفقرات التالية، علمًا بأن التركيب الداخلى للكونتاكتور أو الريلاى مبين فى الشكل (٢ - ٨).

٢ / ٩ / ١ - التشغيل والفصل بمفتاح له وضعى تشغيل:

الشكل (٢ - ١٦) يعرض دائرة تحكم تحتوى على بوبينة الكونتاكتور K_1 ومفتاح التشغيل Q_1 ومصهر الحماية F_1.

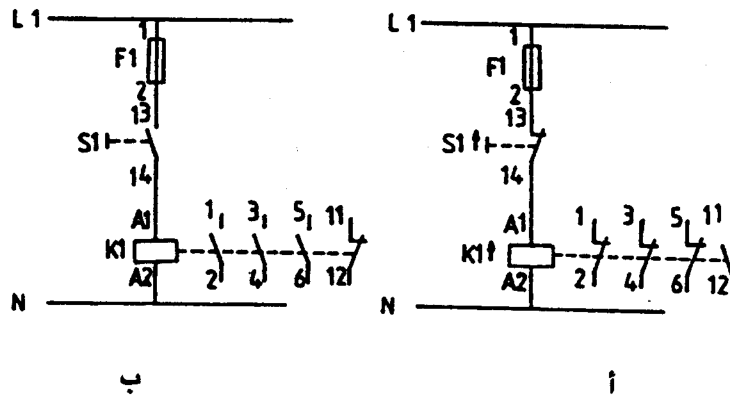
فالرسم (أ) يعرض دائرة التحكم فى الحالة المعتادة عندما يكون وضع المفتاح Q_1 على وضع 0، بينما الرسم (ب) يعرض دائرة التحكم عندما يكون المفتاح Q_1 على وضع 1 وفى هذا الوضع فإن ريشة المفتاح Q_1 المفتوحة ستصبح مغلقة؛ وبالتالى يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_1 فتتمغنط وينجذب الشق المتحرك للقلب المغناطيسى تجاه الشق الثابت، ويتغير وضع ريشة التلامس للكونتاكتور، ويقال إن الكونتاكتور فى حالة تشغيل وتصبح الأقطاب الرئيسية للكونتاكتور مغلقة بدلاً من كونها مفتوحة، ويتغير وضع ريش التحكم للكونتاكتور فتصبح الريشة المفتوحة طبيعيًا NO مغلقة والعكس بالعكس، علمًا بأن الكونتاكتور K_1 يظل على هذه الحالة إلى أن يتم إعادة المفتاح Q_1 إلى وضع 0، فينقطع مسار التيار للبوبينة وتعود جميع ريش التلامس (رئيسية وتحكم) إلى وضعها الطبيعى ويقال إن الكونتاكتور فى حالة فصل.



الشكل (٢ - ١٦)

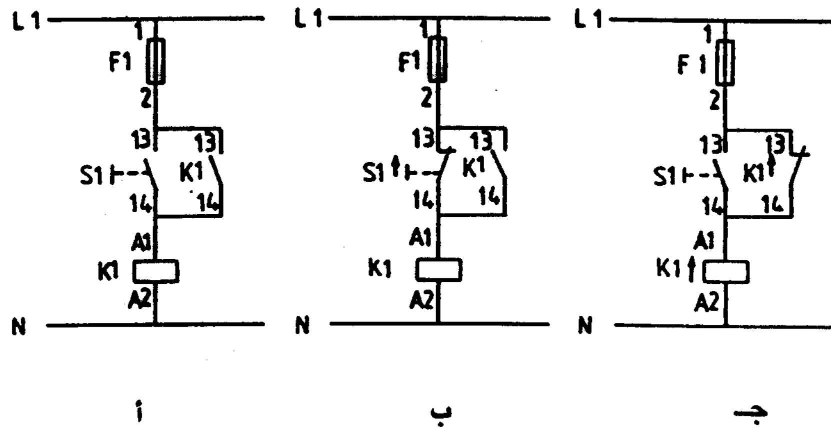
٢ / ٩ / ٢ - التشغيل والفصل بضاغط يدوى :

الشكل (٢ - ١٧) يعرض دائرة التحكم لتشغيل الكونتاكتور K_1 باستخدام الضاغط اليدوى S_1 . فالرسم (أ) يعرض دائرة التحكم فى الحالة المعتادة، بينما الرسم (ب) يعرض دائرة التحكم عندما يكون الضاغط S_1 تحت تأثير ضغط يدوى، والفرق بينهما يشبه تماماً الفرق بين الرسمين (٢-١٦ أ، ب)، ولكن هناك ملاحظة وهى أنه للمحافظة على استمرارية تشغيل الكونتاكتور K_1 عند استخدام ضاغط يدوى يلزم استمرارية الضغط على الضاغط S_1 وهذا بالطبع يمثل مشكلة فى الحياة العملية .

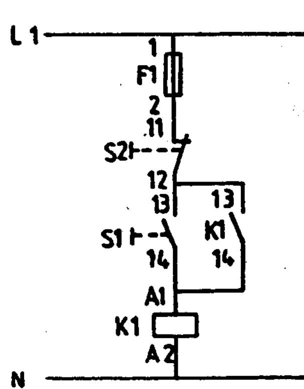


الشكل (٢-١٧)

وحتى يمكن التغلب على هذه المشكلة استخدمت ريشة تحكم من الكونتاكتور K1 حيث يتم توصيل هذه الريشة بالتوازى مع الضاغط S1 كما هو موضح بالشكل (٢ – ١٨)، ففى الرسم (أ) دائرة التحكم لتشغيل الكونتاكتور K1 بضاغط تشغيل يدوى وريشة إبقاء ذاتى فى الحالة المعتادة وفى الرسم (ب) دائرة التحكم ولكن لحظة الضغط على الضاغط اليدوى S1، وفى الرسم (جـ) دائرة التحكم لحظة تحرير الضاغط اليدوى S1. ويتضح من ذلك أن ريشة التحكم للكونتاكتور K1 عملت على الإبقاء الذاتى لمرور التيار الكهربى ببوبينة الكونتاكتور K1 بعد إزالة الضغط على الضاغط اليدوى S1، ولكن بهذه الطريقة ظهرت مشكلة، وهو عدم إمكانية فصل الكونتاكتور.



الشكل (٢ – ١٨)

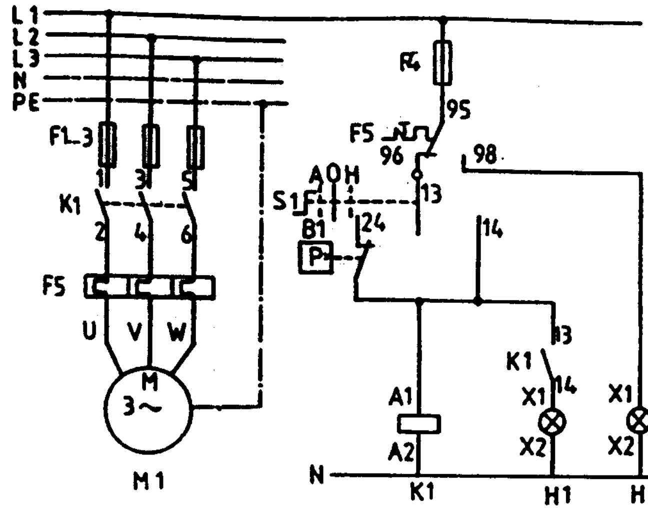


الشكل (٢ – ١٩)

وللتغلب على هذه المشكلة يضاف ضاغط آخر للإيقاف كما هو موضح بالشكل (٢ – ١٩) حيث إن S1 هو ضاغط التشغيل، S2 هو ضاغط الإيقاف، الريشة K1/13-14 هى ريشة الإمساك الذاتى لمسار التيار، وهى إحدى ريش الكونتاكتور K1.

٢ / ١٠ - التشغيل الأتوماتيكى أو اليدوى لضاغط الهواء :

فى الشكل (٢ - ٢٠) المخطط الكهربى لتشغيل محرك استنتاجى ذى قفص سنجابى، يدير ضاغطًا هوائيًا، بحيث يمكن تشغيل المحرك أتوماتيكيًا Aut أو يدويًا Man.



الشكل (٢ - ٢٠)

محتويات المخطط الكهربى :

١- ثلاثة مصهرات أحادية القطب (F_1, F_2, F_3) لحماية الدائرة الرئيسية من القصر.

٢- الكونتاكتور K_1 : والذى يقوم بفصل ووصل التيار الكهربى عن المحرك M_1

٣- المتمم الحرارى F_5 : والذى يقوم بحماية المحرك M_1 من زيادة الحمل.

٤- مصهر أحادى القطب F_4 : والذى يقوم بحماية دائرة التحكم للمحرك من القصر.

٥- مفتاح اختيار بثلاثة مواضع S_1 وهذه المواضع كما يلى Aut-O-Man.

٦- لمبة بيان التشغيل H_1 (لمبة لونها أخضر).

٧- لمبة بيان زيادة الحمل H_2 (لمبة لونها أحمر) .

٨- مفتاح ضغط B_1 لفصل ووصل محرك الضاغط تبعًا لضغط الهواء فى خزان الهواء المضغوط.

نظرية التشغيل :

١ - التشغيل الأتوماتيكى :

عند وضع مفتاح الاختيار S_1 على وضع Aut تنغلق الريشة $S_1/13\text{-}24$ فيكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_1، فتتمغنط بوبينة الكونتاكتور K_1، ويعمل الكونتاكتور على عكس ريشه الرئيسية وريش التحكم . فيدور محرك الضاغط، وأيضًا تضىء اللمبة H_1، وعند ارتفاع ضغط الهواء داخل خزان الهواء تفتح ريشة مفتاح الضغط $B_1/11\text{-}12$، فينقطع مسار التيار عن بوبينة الكونتاكتور K_1 فيتوقف المحرك M_1 وتنطفئ لمبة البيان H_1، وعند انخفاض الضغط فى خزان الهواء عن الضغط المعاير عليه مفتاح الضغط B_1 تعود الريشة $B_1/11\text{-}12$ مغلقة مرة أخرى فيعمل المحرك M_1 من جديد وهكذا .

٢ - التشغيل اليدوى :

عند وضع مفتاح الاختيار S_1 على وضع Man تنغلق الريشة $S_1/13\text{-}14$ فيكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_1 وتتمغنط البوبينة وتباعًا يعمل الكونتاكتور K1 على عكس ريشه الرئيسية وريش التحكم، ويدور محرك الضاغط وتضىء اللمبة H_1 ويستمر محرك الضاغط فى حالة تشغيل مستمر .

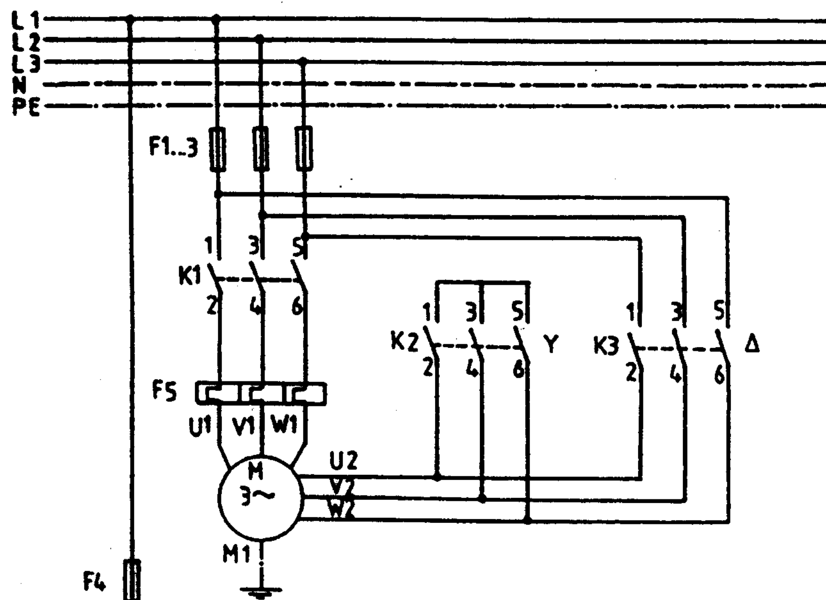
٣ - إيقاف المحرك :

عند وضع المفتاح S1 على وضع 0 ينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1 ويتوقف المحرك فى الحال وكذلك تنطفئ لمبة التشغيل H1 .

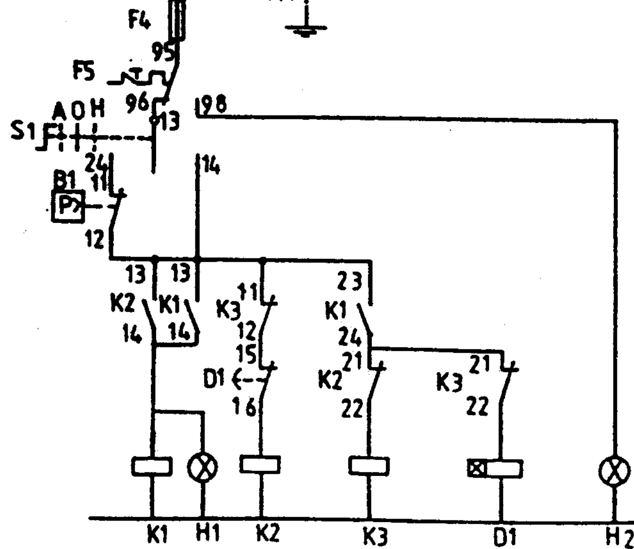
وعند حدوث زيادة فى الحمل على المحرك سواء كان المحرك يعمل يدويًا Man، أو أتوماتيكيًا Aut، تفتح ريش المتمم الحرارى $F_5/95\text{-}96$، وتغلق الريشة $F_5/95\text{-}98$ فيتوقف المحرك وتضىء لمبة البيان الحمراء H_2 .

وفى الشكل (٢-٢١) الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم للتحكم فى محرك ضاغط هواء مضغوط يبدأ حركته نجما وبعد 3 ثوانى يعمل دلتا وذلك لتقليل تيار البدء للمحرك، ويتم ذلك إما يدويًا أو أتوماتيكيًا .

الدائرة الرئيسية



دائرة التحكم



الشكل (٢ – ٢١)

محتويات المخطط الكهربى :

١- ثلاثة مصهرات أحادية القطب F_1, F_2, F_3 لحماية الدائرة الرئيسية من القصر.

٢- ثلاثة كونتاكتورات K_1, K_2, K_3 .

٣- المتمم الحرارى F_5 : والذى يقوم بحماية المحرك M_1 من زيادة الحمل.

٤- مصهر أحادى القطب F_4: والذى يقوم بحماية دائرة التحكم للمحرك من القصر.

٥- مفتاح اختيار بثلاثة مواضع S_1 وهذه المواضع كالآتى : Aut, O, Man .

٦- مؤقت زمنى D_1 يؤخر عند التوصيل وهذا المؤقت معاير على 3 ثوانى.

٧- مفتاح ضغط B_1 لفصل ووصل محرك الضاغط تبعًا لضغط الهواء فى الخزان.

٨- لمبة بيان التشغيل H_1 (لونها أخضر).

٩- لمبة بيان زيادة الحمل H_2 (لونها أحمر).

نظرية التشغيل :

١ - التشغيل الأتوماتيكى :

عند وضع مفتاح الاختيار S_1 على وضع التشغيل الأتوماتيك Aut يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_2، فتغلق الريشة K_2/13-14، فيكتمل مسار التيار للكونتاكتور K_1 فيدور المحرك M_1 وملفاته موصلة نجما، حيث إن الكونتاكتور K_2 يقوم بعمل قصر على أطراف المحرك (u_2, v_2, w_2). وفى نفس الوقت تضىء لمبة البيان H_1. ويكتمل مسار التيار لبوبينة المؤقت D_1 لغلق الريشة K_1/23-24، وبعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت الزمنى D_1 (ثلاث ثوانى) يقوم المؤقت بعكس حالة ريشه فتفتح الريشة D_1/15-16 فينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_2، وفى نفس الوقت يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_3 لعودة الريشة K_2/21-22 مغلقة مرة أخرى (نتيجة لفصل الكونتاكتور K_2)، ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا Δ. وعند ارتفاع الضغط فى خزان الهواء المضغوط يقوم مفتاح الضغط B_1 بفتح ريشته المغلقة B_1/11-12 فينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_1 وK_3 فيتوقف

المحرك، وبعد استهلاك الهواء المضغوط عند الأحمال وانخفاض الضغط داخل الخزان يقوم مفتاح الضغط B_1 بغلق ريشته $B_1/11\text{-}12$ ويبدأ المحرك من جديد حركته نجما ثم دلتا بنفس الطريقة المشروحة سالفًا.

٢ - التشغيل اليدوى:

عند وضع مفتاح الاختيار S_1 على وضع التشغيل اليدوى **Man** يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_2، وتباعًا لبوبينة الكونتاكتور K_1، ويدور المحرك وملفاته موصلة نجما وفى نفس الوقت تضىء لمبة البيان H_1 ويكتمل مسار التيار لبوبينة المؤقت D_1، وبعد انتهاء زمن البدء 3S (وهو الزمن المعاير عليه المؤقت D_1) يقوم المؤقت بعكس حالة ريشه فتفتح الريشة $D_1/15\text{-}16$ فينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_2 وفى نفس اللحظة يكتمل مسار التيار لبوبينة K_3 ويدور المحرك وملفاته موصلة دلتا.

٣ - الإيقاف:

عند وضع مفتاح الاختيار S_1 على وضع 0 ينقطع مسار التيار لكل من K_1, K_3 ويتوقف المحرك وتنطفئ اللمبة H_1. وعند زيادة الحمل على المحرك أثناء دورانه أتوماتيكيًا أو يدويًا تفتح الريشة $F_5/95\text{-}96$ فينقطع مسار التيار عن K_1, K_3 فيتوقف المحرك وفى نفس اللحظة تغلق الريشة $F_5/95\text{-}98$ فتضىء لمبة الخطأ H_2. وبعد إزالة سبب زيادة الحمل على محرك الضاغط يعاد المحرك للخدمة وذلك بعد التحرير اليدوى لمتمم زيادة الحمل F_5 بواسطة زر أحمر معد لذلك فى المتمم الحرارى.

الباب الثالث

الدوائر الأساسية الإلكترونيوماتيكية

الدوائر الأساسية الإلكترونيوماتيكية

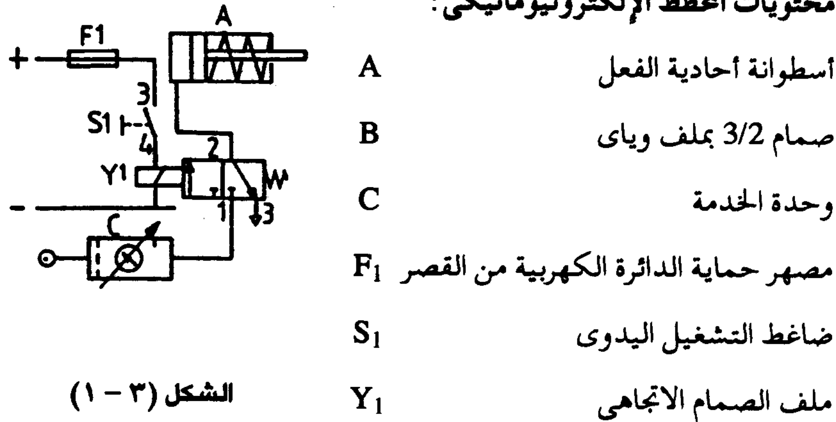
٣ / ١ - التحكم فى الأسطوانات الهوائية :

عادة فإن دوائر التحكم الإلكترونيوماتيكية تحتوى على جزء نيوماتيك وجزء كهربى وتختلف كل من الدوائر الهوائية ودوائر التحكم الكهربية من تطبيق إلى آخر وسوف نتناول فى الفقرات القادمة الطرق المختلفة للتحكم فى الأسطوانات الهوائية.

٣ / ١ / ١ - التحكم فى الأسطوانات الأحادية الفعل :

الشكل (٣ - ١) يعرض مخططًا إلكترونيوماتيكيًا للتحكم فى أسطوانة أحادية الفعل مستخدمًا صمام 3/2 بملف وياى.

محتويات المخطط الإلكترونيوماتيكى :



A	أسطوانة أحادية الفعل
B	صمام 3/2 بملف وياى
C	وحدة الخدمة
F_1	مصهر حماية الدائرة الكهربية من القصر
S_1	ضاغط التشغيل اليدوى
Y_1	ملف الصمام الاتجاهى

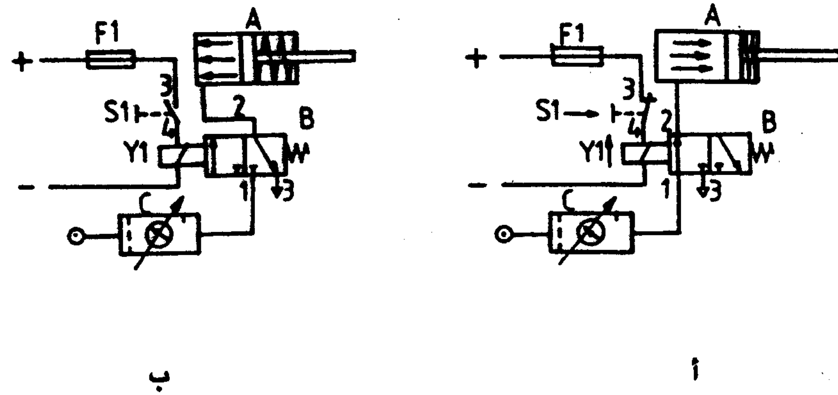
الشكل (٣ - ١)

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط اليدوى S_1 تغلق الريشة $S_1/3$ - 4 فيكتمل مسار التيار للبوبينة Y_1 فتتمغنط فيتغير وضع التشغيل للصمام الاتجاهى B إلى الوضع الأيسر فيمر الهواء المضغوط فى المسار 2 ←1 وصولاً للأسطوانة A فتتقدم الأسطوانة A للأمام. وبمجرد إزالة الضغط عن الضاغط S_1 تعود الريشة $S_1/3$ - 4 مفتوحة مرة أخرى فينقطع مسار التيار للبوبينة Y_1 ويعود الصمام B لوضع التشغيل الأيمن له

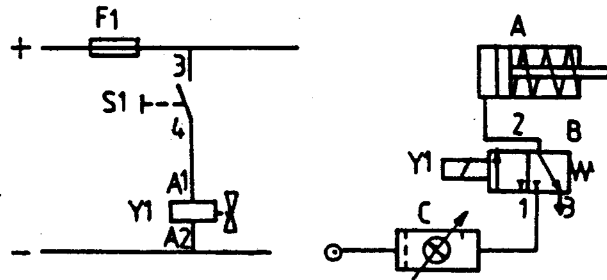
بفعل ياى الإرجاع فيمر هواء العادم من الأسطوانة عبر الصمام الاتجاهى B فى المسار 3 ← 2 إلى الهواء الخارجى فتتراجع الأسطوانة A بفعل ياى الإرجاع للخلف.

وفى الشكل (٣-٢) حالتان مختلفتان للمخطط الإلكترونيوماتيكى السابق هما لحظة وصول تيار كهربى لملف Y1 (أ) ولحظة انقطاع التيار الكهربى عن Y1 (ب).



الشكل (٣ - ٢)

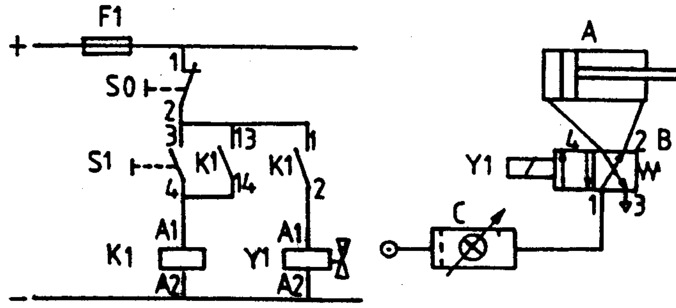
وتفصل الدائرة النيوماتيكية (الدائرة الهوائية) عادة عن دائرة التحكم الكهربية من أجل التبسيط. وفى الشكل (٣ - ٣) الدائرة الهوائية ودائرة التحكم الكهربية والمكافئتين للمخطط الإلكترونيوماتيكى المبين بالشكل (٣ - ١).



الشكل (٣ - ٣)

٣ / ١ / ٢ - التحكم فى الأسطوانات ثنائية الفعل :

الشكل (٣ - ٤) يعرض الدائرة الهوائية ودائرة التحكم الكهربية للتحكم فى تشغيل أسطوانة ثنائية الفعل مستخدمًا صمام 4/2 بملف وياى .



الشكل (٣ - ٤)

محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانة ثنائية الفعل	A
صمام اتجاهى 4/2 بملف وياى	B
وحدة الخدمة	C

محتويات دائرة التحكم الكهربية :

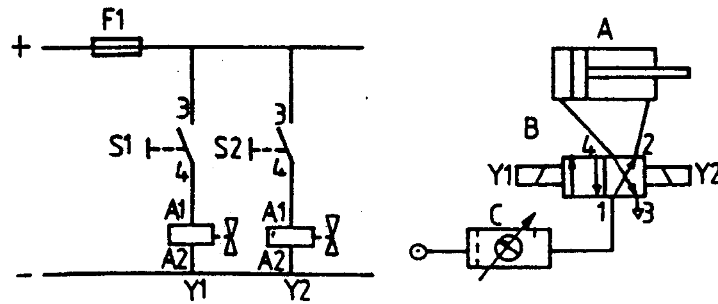
مصهر حماية دائرة التحكم من القصر	F_1
ضاغط العودة	S_0
ضاغط الذهاب	S_1
كونتاكتور كهربى	K_1
ملف الصمام الاتجاهى B	Y_1

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S1 تغلق الريشة 4 - S1/3 فيكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1 ، وتباعًا تغلق الريشة 2 - 1 / K1 ، فيكتمل مسار التيار للبوبينة Y1 ، فيتغير وضع التشغيل للصمام B للوضع الأيسر فيمر الهواء المضغوط من وحدة الخدمة عبر الصمام B فى المسار 4 → 1 وصولاً للأسطوانة A ، فتتقدم الأسطوانة A للأمام ويعود هواء العادم من الأسطوانة عبر الصمام B فى المسار 3 → 2 إلى الهواء الجوى.

وعند إزالة الضغط عن S1 يظل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1 مكتملا؛ نتيجة لغلقه ريشة الإمساك الذاتى 14 - 13 / K1 . أما عند الضغط على الضاغط S0 تفتح الريشة 2-1 /S0 فينقطع مسار التيار لكلٍّ من K1 ، Y1 فيعود الصمام B لوضعه الأيمن بفعل ياى الإرجاع، فتتغير مسارات الهواء فى الصمام لتصبح 2 → 1 ، 3 → 4 فتتراجع الأسطوانة A للخلف.

والشكل (٣ – ٥) يعرض الدائرة الهوائية ودوائر التحكم الكهربية للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل باستخدام صمام اتجاهى 4/2 بملفين كهربيين.



الشكل (٣ – ٥)

محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانة ثنائية الفعل	A
صمام 4/2 بملفين كهربيين	B
وحدة الخدمة	C

محتويات دائرة التحكم الكهربية :

مصهر حماية دائرة التحكم من القصر	F_1
ضاغط الذهاب	S_1
ضاغط العودة	S_2
ملف الذهاب	Y_1
ملف العودة	Y_2

نظرية التشغيل :

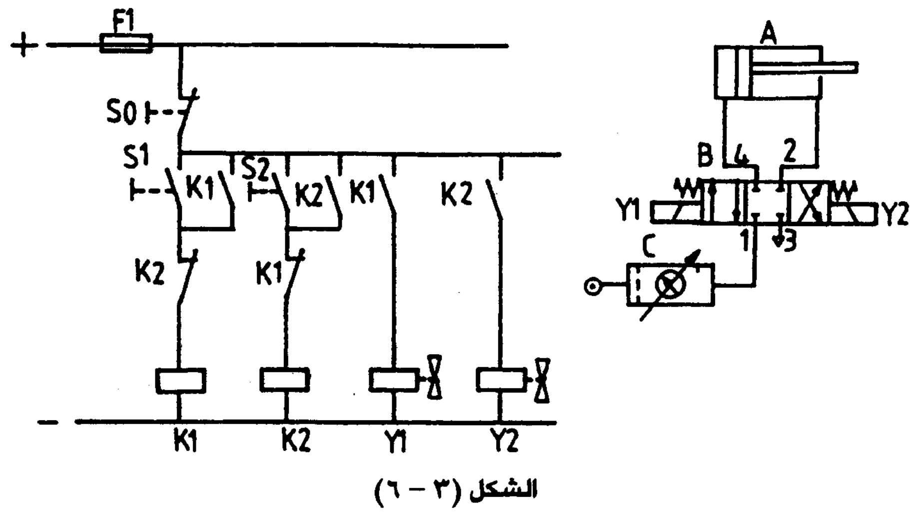
عند الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار التيار للبوبينة Y1 ، فيتغير وضع التشغيل للصمام B للوضع الأيسر، فيمر الهواء المضغوط من وحدة الخدمة C عبر الصمام B فى المسار 4 ← 1 ، ويمر هواء العادم من الأسطوانة A عبر الصمام B فى المسار 3 ← 2 ، فتتقدم الأسطوانة A للأمام. وعند إزالة الضغط على الضاغط S1 ينقطع مسار التيار للملف Y1 ، ولكن يظل الصمام الاتجاهى على وضع التشغيل الأيمن. وعند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار التيار للبوبينة Y2 ، فيتغير وضع التشغيل للصمام B للوضع الأيمن، فيمر الهواء المضغوط من وحدة الخدمة C عبر الصمام B فى المسار 2 ← 1 ، ويمر هواء العادم من الأسطوانة A عبر الصمام B فى المسار 3 ← 4 ، فتتراجع الأسطوانة A للخلف، وعند إزالة الضغط على الضاغط S1 ينقطع مسار التيار للملف Y2 ولكن يظل الصمام الاتجاهى على وضع التشغيل الأيسر.

ملاحظة :

يتميز الصمام الاتجاهى ذو الملفين بأنه يعمل كقلاب أى يحتاج لنبضة كهربية

لكى يتغير وضع تشغيله، بينما يحتاج الصمام الاتجاهى ذو الملف والياى إلى إشارة كهربية دائمة لملفه حتى يتغير وضع تشغيله.

والشكل (٣ – ٦) يعرض الدائرة الهوائية، ودائرة التحكم الكهربية للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل باستخدام صمام اتجاهى4/3.



الشكل (٣ – ٦)

محتويات الدائرة الهوائية:

أسطوانة ثنائية الفعل	A
صمام 4/3 بملفين وياين	B
وحدة الخدمة	C

محتويات دائرة التحكم:

مصهر حماية دائرة التحكم من القصر	F_1
ضاغط الإيقاف	S_0
ضاغط الذهاب	S_1
ضاغط العودة	S_2
كونتاكتور الذهاب	K_1
كونتاكتور العودة	K_2

ملف الذهاب Y_1

ملف العودة Y_2

نظرية التشغيل:

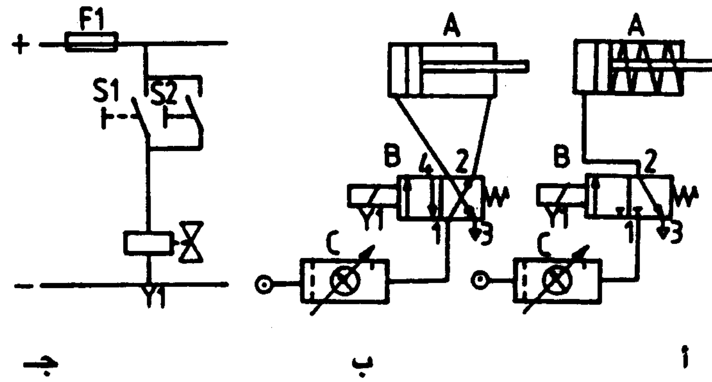
عند الضغط على الضاغط S_1 يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_1 ، وتباعًا يكتمل مسار التيار للملف Y_1 ، فيتغير وضع الصمام B للوضع الأيسر فتتقدم الأسطوانة A للأمام، ولكن بمجرد الضغط على الضاغط S_0 ينقطع مسار التيار لكل من K_1, Y_1 فيعود الصمام B لوضعه المركزى بفعل ياى الإرجاع الأيمن فتتوقف الأسطوانة A فى الحال عند آخر نقطة فى مشوار الذهاب وصلت إليها.
وعند الضغط على الضاغط S_2 يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_2 ، وتباعًا يكتمل مسار التيار للملف Y_2 ، فيتغير وضع الصمام B من الوضع المركزى إلى الوضع الأيمن، فتتراجع الأسطوانة A للخلف، ولكن بمجرد الضغط على الضاغط S_0 ينقطع مسار التيار الكهربى لكل من K_2, Y_2 فيعود الصمام B لوضعه المركزى بفعل ياى الإرجاع الأيسر فتتوقف الأسطوانة A عند آخر نقطة وصلت إليها فى مشوار العودة.

ملاحظة:

فى دائرة التحكم الكهربية السابقة لا يمكن عكس حركة الأسطوانة إلا بعد إيقافها أولاً بواسطة الضاغط S_0 ، وكذلك لا يمكن أن يصل تيار كهربى للملفين Y_1, Y_2 فى آن واحد؛ وذلك نتيجة لوجود ريشة مغلقة من الكونتاكتور K_1 فى مسار بوبينة الكونتاكتور والعكس بالعكس.

٣ / ١ / ٣ - التحكم فى الأسطوانات من مكانين مختلفين:

الشكل (٣ - ٧) يعرض الدائرة الهوائية للتحكم فى أسطوانة أحادية الفعل (أ) والدائرة الهوائية للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل من مكانين مختلفين (ب) مستخدمًا صمامات اتجاهية بملف وياى وكذلك دائرة التحكم الكهربية (جـ).



الشكل (٣ – ٧)

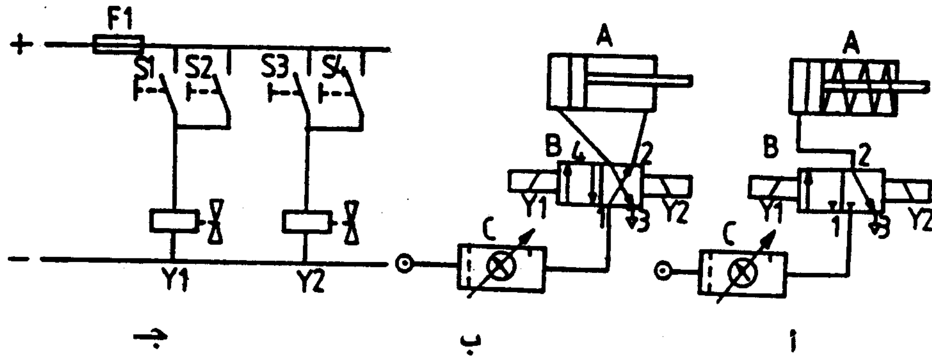
ويلاحظ فى الشكل السابق أنه يوجد دائرة تحكم كهربية واحدة للتحكم فى الأسطوانة الأحادية الفعل أو الأسطوانة الثنائية الفعل من مكانين مختلفين، أى أن دائرة التحكم لا تختلف باختلاف نوع الصمام ولكنها تعتمد على عدد ملفات الصمام.

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S1 أو الضاغط S2 يكتمل مسار التيار للبوبينة Y1 ، فيتغير وضع التشغيل للصمام B إلى الوضع الأيسر، فتتقدم الأسطوانة A للأمام. وبمجرد إزالة الضغط عن الضاغطين S1, S2 ينقطع التيار الكهربى من البوبينة Y1 ، فيعود الصمام B لوضعه الأيمن بفعل ياى الإرجاع وتعود الأسطوانة A للخلف مرة أخرى.

وفى الشكل (٣–٨) الدائرة الهوائية للتحكم فى أسطوانة أحادية الفعل (أ) والدائرة الهوائية للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل من مكانين مختلفين (ب) مستخدمًا صمامات اتجاهية بملفين كهربيين، وكذلك دائرة التحكم الكهربية (جـ).

ويلاحظ أنه يوجد دائرة تحكم كهربية واحدة، ودائرتين هوائيتين، وذلك لأن دائرة التحكم الكهربية المستخدمة للتحكم فى الأسطوانة الأحادية الفعل، لا تختلف عن دائرة التحكم الكهربية المستخدمة للتحكم فى الأسطوانة ثنائية الفعل، إذا كان عدد ملفات الصمام الاتجاهى فى الدائرتين الهوائيتين متساويًا وهو فى هذه الحالة ملفين.



الشكل (٣ – ٨)

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S1 أو الضاغط S2 يكتمل مسار التيار للبوبينة Y1 ، فيتغير وضع التشغيل للصمام B للوضع الأيسر فتتقدم الأسطوانة A للأمام حتى عند تحرير الضواغط S1, S2 . وعند الضغط على الضاغط S3 أو الضاغط S4 يكتمل مسار التيار للبوبينة Y2 ، فيعود الصمام B للوضع الأيمن فتتراجع الأسطوانة A حتى بعد إزالة الضغط عن الضاغطين S3, S4 .

٣ / ٢ – تقليل سرعة الأسطوانات :

يمكن تقليل سرعة الأسطوانات باستخدام صمامات الخنق. وهناك ثلاثة طرق لتقليل سرعة الأسطوانات وهى :

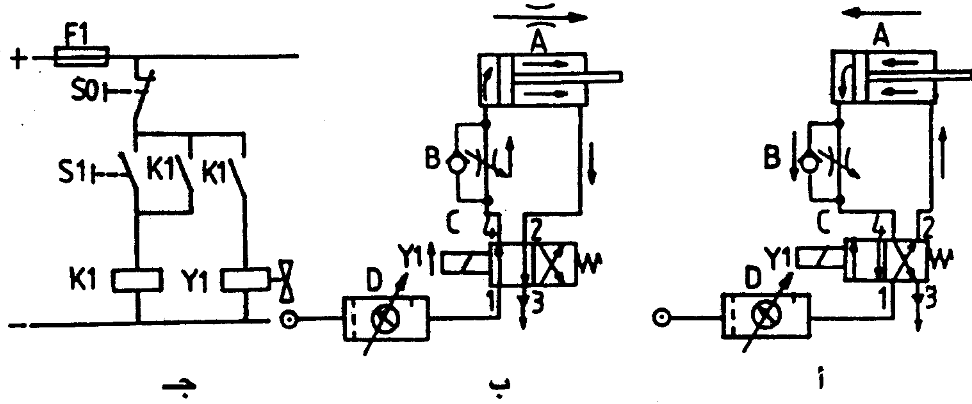
١ – خنق هواء الدخل (الهواء الداخل للأسطوانات) .

٢ – خنق هواء العادم (الهواء الخارج من الأسطوانات) .

٣ – خنق هواء المصدر .

٣ / ٢ / ١ – خنق هواء الدخل :

الشكل (٣ – ٩) يعرض الدائرة الهوائية لتقليل سرعة أسطوانة عند الذهاب بخنق هواء الدخل وذلك فى الوضع الطبيعى (أ)، وعند وصول تيار كهربى للملف Y1 الشكل (ب) وكذلك دائرة التحكم الكهربية الشكل (جـ) .



الشكل (٣ – ٩)

محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانة ثنائية الفعل	A
صمام خانق لارجعي قابل للمعايرة	B
صمام اتجاهي 4/2 بملف وياى	C
وحدة الخدمة	D

محتويات دائرة التحكم الكهربية :

مصهر حماية دائرة التحكم من القصر	F_1
ضاغط العودة	S_0
ضاغط الذهاب	S_1
كونتاكتور كهربى	K_1
ملف الصمام الاتجاهى C	Y_1

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S_1 يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_1 ، وتباعاً يكتمل مسار التيار للبوبينة Y_1 ، فيتغير وضع التشغيل للصمام الاتجاهى C للوضع الأيسر كما فى الشكل (ب) فيمر الهواء المضغوط من وحدة الخدمة D عبر الصمام

الاتجاهى C فى المسار 4 → 1 ثم عبر الصمام الخانق القابل للمعايرة فى الصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة B ليصل إلى الأسطوانة A بينما يخرج الهواء العادم من الأسطوانة عبر الصمام C فى المسار 3 → 2 للهواء الجوى فتتقدم الأسطوانة A ببطء.

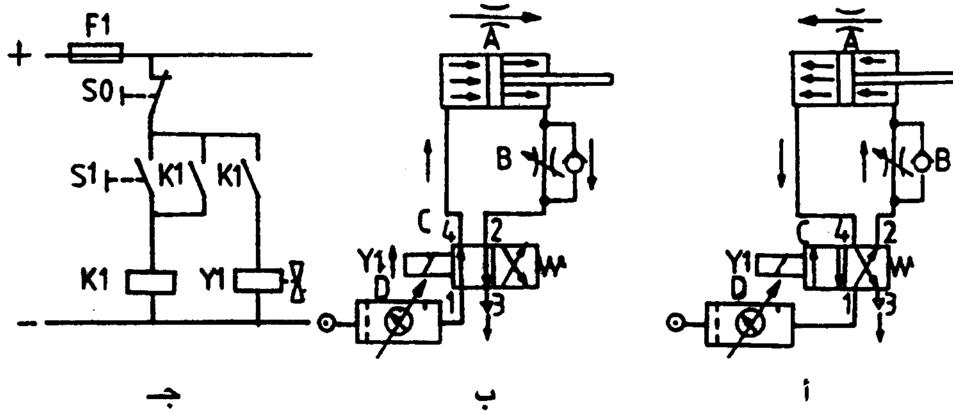
وعند الضغط على الضاغط S0 ينقطع مسار التيار لكل من K1, Y1 ، فيعود الصمام الاتجاهى C لوضع التشغيل الأيمن كما فى الشكل (أ)، فيمر الهواء المضغوط من وحدة الخدمة D عبر الصمام الاتجاهى C ، فى المسار 2 → 1 ليصل للأسطوانة A ويخرج هواء العادم من الأسطوانة A عبر الصمام اللارجعى للصمام اللارجعى الخانق B ثم عبر الصمام C عبر المسار 3 → 4 للهواء الجوى فتتراجع الأسطوانة A بالسرعة المعتادة.

ملاحظات:

١ – وضع سهم بجوار الملف Y1 كما فى الشكل (ب) يعنى وصول تيار كهربى لهذا الملف.

٢ – تقليل سرعة الأسطوانات يتم بإضافة صمامات لارجعية إلى الدائرة الهوائية دون تعديل فى دائرة التحكم الكهربية.

وفى الشكل (٣ – ١٠) الدائرة الهوائية لتقليل سرعة أسطوانة عند العودة بخنق هواء الدخل وذلك فى الوضع الطبيعى الشكل (أ)، وعند وصول تيار كهربى للملف Y1 الشكل (ب)، وكذلك دائرة التحكم الكهربية الشكل (جـ).



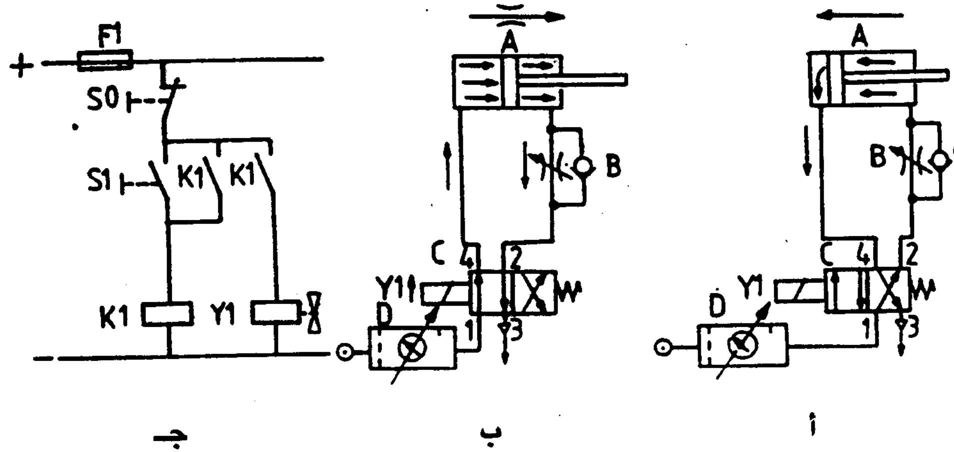
الشكل (٣ – ١٠)

ملاحظة :

الاختلاف الوحيد بين الدائرة الهوائية لتقليل سرعة الأسطوانة عند الذهاب بخنق هواء الدخل والدائرة الهوائية لتقليل سرعة الأسطوانة عند العودة بخنق هواء الدخل؛ هو مكان الصمام اللارجعى الخانق، ففى الحالة الأولى كان الصمام اللارجعى الخانق على اليسار وفى الحالة الثانية كان الصمام اللارجعى الخانق على اليمين.

٣ / ٢ / ٢ - خنق هواء العادم :

الشكل (٣ - ١١) يعرض الدائرة الهوائية لتقليل سرعة أسطوانة ثنائية الفعل عند الذهاب بخنق هواء العادم وذلك عند الوضع الطبيعى (أ) وعند وصول تيار كهربى للملف Y_1 (ب)، وكذلك دائرة التحكم الكهربية (جـ).



الشكل (٣ - ١١)

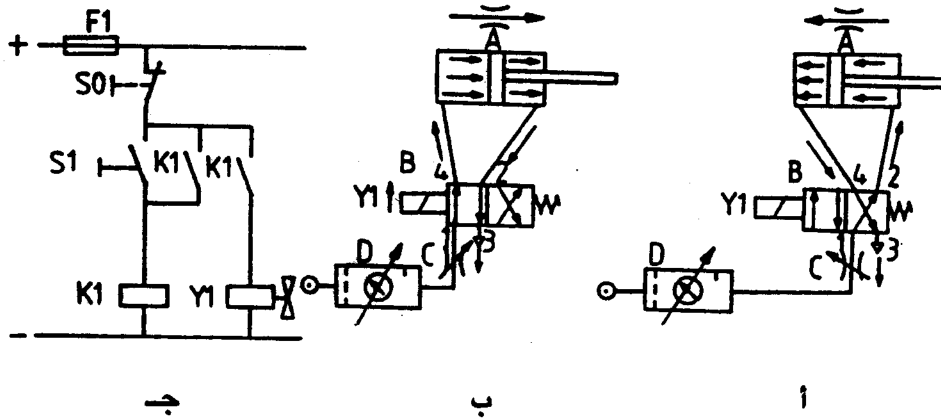
ملاحظة :

الدائرة الهوائية لتقليل سرعة أسطوانة ثنائية الفعل عند العودة بخنق هواء العادم تتشابه مع الدائرة الهوائية لتقليل سرعة أسطوانة ثنائية الفعل عند الذهاب بخنق هواء العادم فيما عدا أن الصمام اللارجعى الخانق B على الجانب الأيسر بدلاً من الجانب الأيمن.

٣ / ٢ / ٣ - خنق هواء المصدر :

الشكل (٣ - ١٢) يعرض الدائرة الهوائية لتقليل سرعة أسطوانة عند الذهاب

والعودة فى آن واحد بخنق هواء المصدر وذلك فى الوضع الطبيعى الشكل (أ)، وعند وصول تيار كهربى لملف الصمام الاتجاهى الشكل (ب)، وكذلك دائرة التحكم الكهربية الشكل (جـ).



الشكل (٣ - ١٢)

نظرية التشغيل:

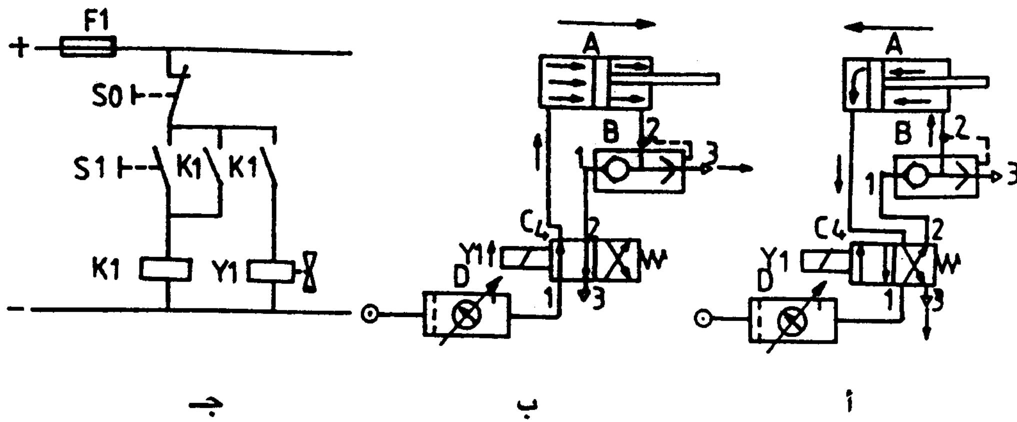
عند الضغط على الضاغط S_1 يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور k_1، وتباعًا يكتمل مسار التيار للبوبينة Y_1، فيتغير وضع التشغيل للصمام C للوضع الأيسر (رسم ب) فيمر الهواء المضغوط من وحدة الخدمة D عبر الصمام الخانق القابل للمعايرة C، ثم عبر الصمام الاتجاهى فى المسار 4 → 1 ليصل إلى الأسطوانة A ويخرج هواء العادم من الأسطوانة A عبر الصمام B فى المسار 3 → 2 فتتقدم الأسطوانة A للأمام ببطء. وعند الضغط على الضاغط S_0 ينقطع مسار التيار لكل من K_1, Y_1 فيعود الصمام الاتجاهى B للوضع الأيمن (رسم أ) فيمر الهواء المضغوط من وحدة الخدمة D عبر الصمام الخانق القابل للمعايرة C ثم عبر الصمام الاتجاهى B فى المسار 2 → 1 ليصل إلى الأسطوانة A، بينما يعود هواء العادم من الأسطوانة عبر الصمام B فى المسار 3 → 4 للهواء الجوى فتتراجع الأسطوانة A بسرعة منخفضة.

ملاحظة:

تستخدم طريقة خنق هواء المصدر لتقليل سرعة الأسطوانات فى الذهاب والعودة فى آن واحد بنفس المعدل.

٣ / ٣ - زيادة سرعة الأسطوانات :

يمكن زيادة سرعة الأسطوانات الهوائية باستخدام صمامات التصريف السريعة لتقصير مسار هواء العادم. والشكل (٣ - ١٣) يعرض الدائرة الهوائية لزيادة سرعة الأسطوانة عند الذهاب وذلك فى الوضع الطبيعى الشكل (أ) وعند وصول تيار كهربى لملف الصمام الاتجاهى Y_1 الشكل (ب) وكذلك دائرة التحكم الكهربية الشكل (جـ) .



الشكل (٣ - ١٣)

محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانة ثنائية الفعل	A
صمام تصريف سريع	B
صمام 4/2 بملف وياى	C
وحدة الخدمة	D

محتويات دائرة التحكم الكهربية :

مصهر حماية دائرة التحكم من القصر	F_1
ضاغط العودة	S_0
ضاغط الذهاب	S_1

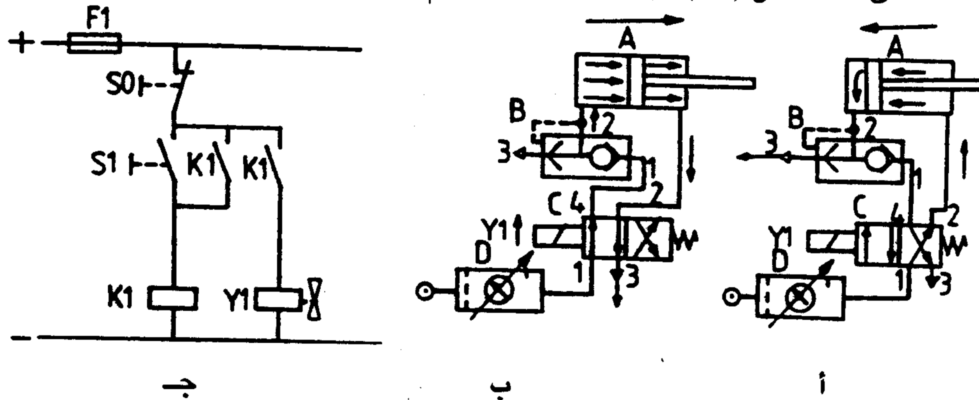
كونتاكتور الذهاب	K_1
ملف الصمام الاتجاهى C	Y_1

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S_1 يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_1 وتباعًا يكتمل مسار التيار للبوبينة Y_1 فيتغير وضع التشغيل للصمام الاتجاهى C للوضع الأيسر الشكل (ب)، فيمر الهواء المضغوط من وحدة الخدمة D عبر الصمام الاتجاهى C فى المسار 4 → 1 ليصل إلى الأسطوانة A ، بينما يخرج هواء العادم من الأسطوانة A عبر صمام التصريف B فى المسار 3 → 2 للهواء الجوى وتتقدم الأسطوانة A للأمام بسرعة عالية.

وعند الضغط على الضاغط S_0 ينقطع مسار التيار الكهربى لكلّ من K_1, Y_1 فيعود الصمام الاتجاهى للوضع الابتدائى أى وضع التشغيل الأيمن (أ) فيمر الهواء المضغوط من وحدة الخدمة D عبر الصمام الاتجاهى C فى المسار 2 → 1 ، ثم عبر صمام التصريف السريع B فى المسار 2 → 1 ، ليصل إلى الأسطوانة A ، بينما يخرج هواء العادم من الأسطوانة A عبر الصمام الاتجاهى C فى المسار 3 → 2 للهواء الجوى وتتراجع الأسطوانة A بالسرعة المعتادة.

والشكل (٣ - ١٤) يعرض الدائرة الهوائية لزيادة سرعة الأسطوانة عند العودة، وذلك فى الوضع الطبيعى الشكل (أ)، وعند وصول تيار كهربى لملف الصمام الاتجاهى C الشكل (ب)، وكذلك دائرة التحكم الكهربية الشكل (جـ).



الشكل (٣ - ١٤)

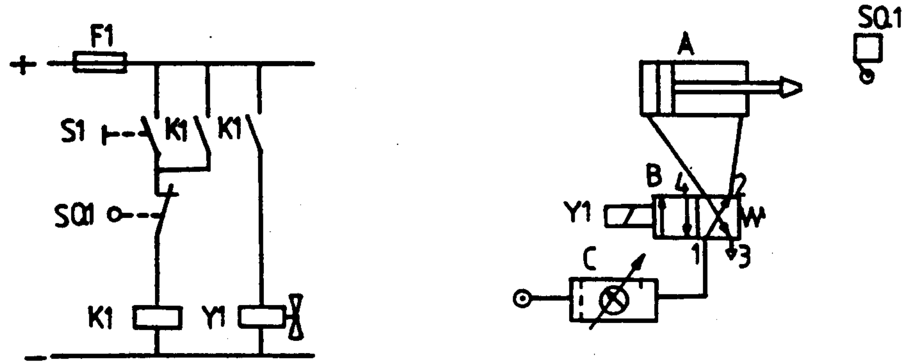
ملاحظات :

١ – زيادة سرعة الأسطوانات يتم بإضافة صمامات تصريف سريع إلى الدائرة الهوائية دون تعديل فى دائرة التحكم الكهربية.

٢ – الاختلاف الوحيد بين الدائرة الهوائية لزيادة سرعة الأسطوانة عند الذهاب والدائرة الهوائية لزيادة سرعة الأسطوانة عند العودة هو مكان صمام التصريف السريع، ففى الحالة الأولى كان التصريف السريع على الجانب الأيمن، وفى الحالة الثانية كان صمام التصريف السريع على الجانب الأيسر.

٣ / ٤ – التحكم فى الأسطوانات باستخدام مفاتيح نهايات المشوار:

الشكل (٣ – ١٥) يعرض الدائرة الهوائية ودائرة التحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل مستخدماً نهاية المشوار SQ_1 للعودة الذاتية للأسطوانة.

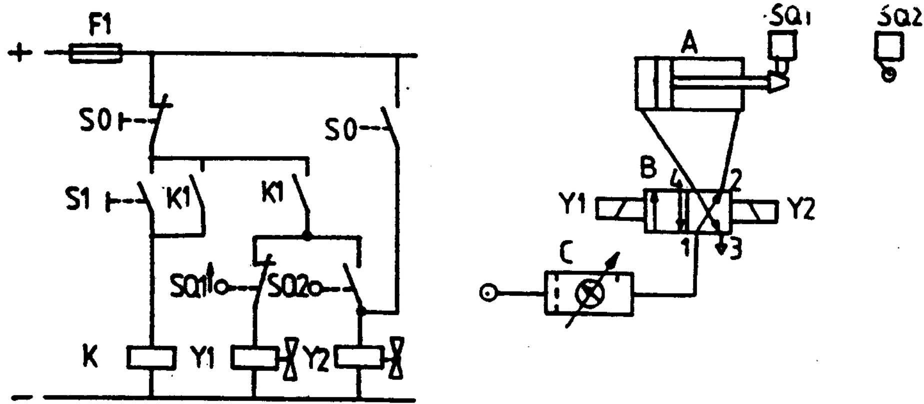


الشكل (٣ – ١٥)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S_1 يكتمل التيار للبوبينة K_1 وتباعاً يكتمل مسار التيار للبوبينة Y_1 ، فيتغير وضع تشغيل الصمام B إلى الوضع الأيسر، فتتقدم الأسطوانة A للأمام وبمجرد دفع الكامة المثبتة على ذراع الأسطوانة A لبكرة الأسطوانة مفتاح نهاية المشوار SQ_1 ، تفتح الريشة المغلقة لهذا المفتاح؛ فينقطع مسار التيار للبوبينة K_1 ، وتباعاً ينقطع مسار التيار للملف Y_1 فيعود الصمام لوضعه الابتدائى الأيمن، فتتراجع الأسطوانة A للخلف.

أما الشكل (٣ - ١٦) فيعرض الدائرة الهوائية ودائرة التحكم الكهربية لتشغيل أسطوانة ثنائية الفعل حركة ترددية مستخدمًا عدد 2 مفتاح نهاية مشوار وهما: SQ_1, SQ_2 .



الشكل (٣ - ١٦)

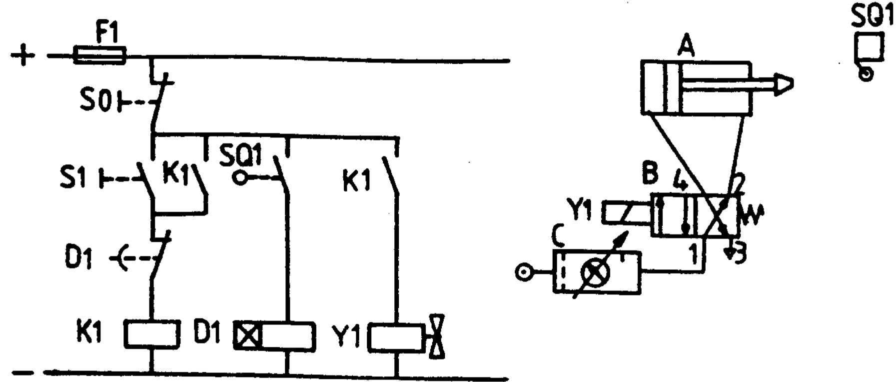
نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S_1 يكتمل مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_1 . ويمسك مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_1 (بعد إزالة الضغط اليدوى عن الضاغط S_1) بواسطة ريشة الإمساك الذاتى K_1 ، وهى الريشة المفتوحة الموصلة بالتوازى مع ضاغط التشغيل S_1 . وتباعًا يكتمل مسار التيار للبوبينة Y_1 ، فيتغير وضع تشغيل الصمام B للوضع الأيسر، فتتقدم الأسطوانة A للأمام وصولاً لمكان مفتاح نهاية المشوار SQ_2 ، فيعمل هذا المفتاح، بينما يتحرر مفتاح نهاية المشوار SQ_1 ، فتغلق الريشة المفتوحة للمفتاح SQ_2 بينما تعود ريشة مفتاح نهاية المشوار SQ_1 مفتوحة مرة أخرى، فينقطع التيار الكهربى عن Y_1 ويكتمل مسار التيار للبوبينة Y_2 ، ويتغير وضع التشغيل للصمام B للوضع الأيمن فتتراجع الأسطوانة A للخلف وصولاً لمكان مفتاح نهاية المشوار SQ_1 فيعمل هذا المفتاح بينما يتحرر مفتاح نهاية المشوار SQ_2 فتعود ريشته لحالتها الطبيعية، فينقطع مسار التيار الكهربى للبوبينة Y_2 ، ويكتمل مسار التيار للبوبينة Y_1 ، فتتقدم الأسطوانة A للأمام، وتظل الأسطوانة A تتحرك حركة ترددية إلى أن يقوم المشغل بالضغط على الضاغط اليدوى S_0 ، فتتغير حالة ريشة هذا الضاغط لتغلق ريشته المفتوحة طبيعيًا والعكس بالعكس. فينقطع

مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1 ، فى حين يكتمل مسار تيار Y2 فتتراجع الأسطوانة A للخلف.

٣ / ٥ - التحكم فى الأسطوانات باستخدام المؤقتات الزمنية :

فى الشكل (٣ - ١٧) الدائرة الهوائية ودائرة التحكم الكهربية للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل تتقدم لمدة زمنية ثم تعود ذاتيًا مستخدمًا صمامًا اتجاهيًا 4/2 بملف وياى.



الشكل (٣ - ١٧)

محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانة ثنائية الفعل	A
صمام 4/2 بملف وياى	B
وحدة الخدمة	C

محتويات دائرة التحكم الكهربية :

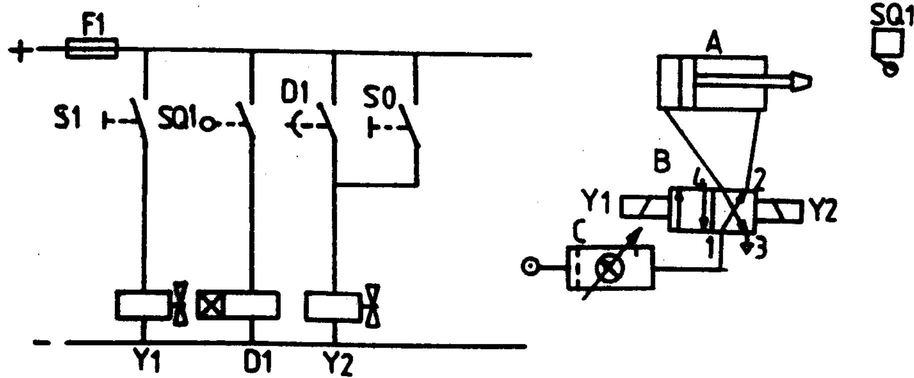
مصهر حماية دائرة التحكم من القصر	F_1
ضاغط العودة اليدوى	S_0
ضاغط الذهاب والعودة الذاتية	S_1
كونتاكتور كهربى	K_1

مؤقت زمنى	D_1
مفتاح نهاية المشوار	SQ_1
بوبينة الصمام B	Y_1

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S_1 يكتمل مسار التيار للبوبينة K_1 ، وتباعًا يكتمل مسار التيار للبوبينة Y_1 ، فتتقدم الأسطوانة A للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ_1 ، وبالتالى يعمل هذا المفتاح على غلق ريشته المفتوحة فيكتمل مسار التيار للمؤقت الزمنى D_1 ، وبعد مرور الزمن المعاير عليه هذا المؤقت تنعكس حالة ريش هذا المؤقت، فتصبح الريشة المفتوحة مغلقة والريشة المغلقة مفتوحة، فتفتح الريشة المغلقة للمؤقت D_1 والموجودة فى مسار تيار البوبينة K_1 ، فينقطع مسار تيارها، وتباعًا ينقطع مسار التيار للبوبينة Y_1 فتتراجع الأسطوانة A للخلف مرة أخرى.

وفى الشكل (٣ – ١٨) الدائرة الهوائية ودائرة التحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل تتقدم لمدة زمنية t وتعود باستخدام صمام اتجاهى 4/2 بملفين.



الشكل (٣ – ١٨)

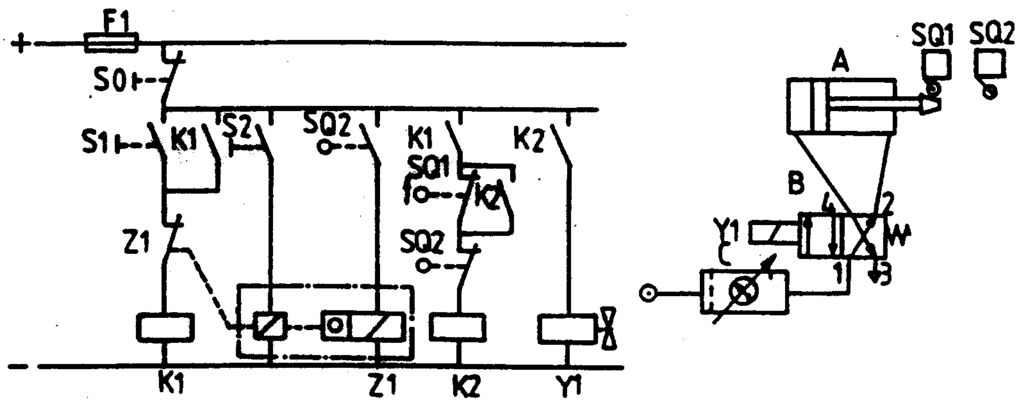
نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S_1 يكتمل تيار البوبينة Y_1 للحظة، فتتقدم الأسطوانة A للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ_1 ، فيعمل هذا المفتاح على غلق ريشته المفتوحة فيكتمل مسار التيار لبوبينة المؤقت D_1 ، وبعد مرور الزمن المعاير عليه

المؤقت D1 تغلق الريشة المفتوحة للمؤقت D1 ، فيكتمل مسار التيار للبوبينة Y2 ، فتعود الأسطوانة A للخلف مرة أخرى. علمًا بأنه يمكن إعادة الأسطوانة للخلف قبل أن ينتهى الزمن المعاير عليه المؤقت D1 وذلك بالضغط على الضاغط S0 .

٣ / ٦ - التحكم فى الأسطوانات باستخدام العدادات الكهربية :

فى الشكل (٣ - ١٩) الدائرة الهوائية ودائرة التحكم الكهربية للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل تتحرك حركة ترددية عدد n من المرات مستخدمًا صمام 4/2 بملف ویای.



الشكل (٣ - ١٩)

محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانة ثنائية الفعل	A
صمام 4/2 بملف ویای	B
وحدة الخدمة	C

محتويات دائرة التحكم الكهربية :

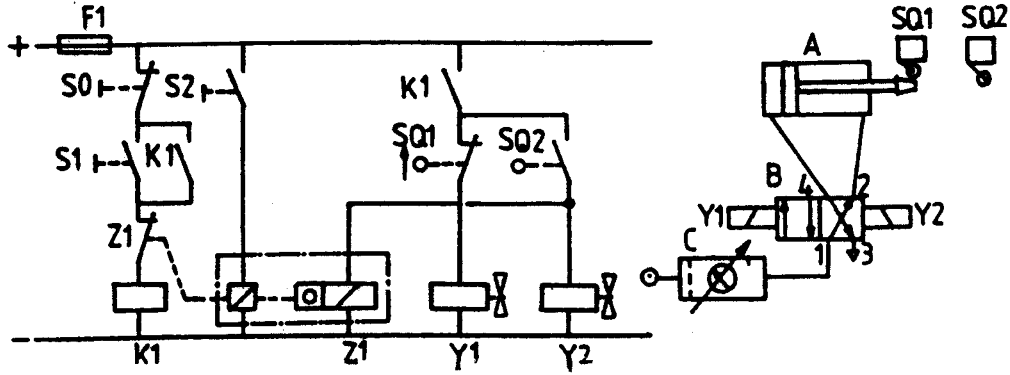
ضاغط الإيقاف والعودة	S_0
ضاغط تشغيل حركة ترددية	S_1
ضاغط تحرير العداد	S_2
مفاتيح نهايات مشوار	SQ_1, SQ_2

كونتاكتور	K_1, K_2
عداد بتحميل مسبق	Z_1
بوبينة الصمام B	Y_1

نظرية التشغيل:

فى البداية يحمل العداد Z_1 بأى عدد وليكن n وذلك باستخدام الوسيلة اليدوية للعداد، ثم بعد ذلك نضغط على الضاغط S_1 فيعمل K_1، وتباعًا يعمل K_2 ، وبالتالى يعمل Y_1 ، فتتقدم الأسطوانة A للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ_2 ، فيعمل المفتاح SQ_2 على غلق ريشته المفتوحة الموجودة فى مسار العداد Z_1 فتصل نبضة للعداد، فتصبح القراءة الجارية له 1 وفى نفس الوقت تفتح الريشة المغلقة للمفتاح SQ_2 الموجودة فى مسار K_2 ، فيفصل K_2 ، وتباعًا يفصل Y_1 ، فتتراجع الأسطوانة A للخلف، فيتحرر SQ_2 ويعمل SQ_1 ، وبالتالى يعمل K_2 من جديد، وتباعًا يعمل Y_1، وتتقدم الأسطوانة A للأمام وصولاً للمفتاح SQ_2 ، فتزداد قراءة العداد الجارية لتصبح 2 بينما يفصل K_2 وتباعًا يفصل Y_1 وتتراجع الأسطوانة A للخلف، وتتكرر حركة الأسطوانة A ذهابًا وإيابًا وفى كل مرة تزداد قراءة العداد بمقدار 1 إلى أن تصبح قراءة العداد الجارية مساوية للعدد المحمل به العداد، فى هذه الحالة تتغير حالة ريشة العداد فتفتح ريشة العداد المغلقة وينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K_1 ، وتباعًا ينقطع مسار التيار عن Y_1 ، وتعود الأسطوانة للخلف.

وفى الشكل (٣ – ٢٠) الدائرة الهوائية ودائرة التحكم الكهربية للتحكم فى أسطوانة ثنائية الفعل تتحرك حركة ترددية عدد n من المرات مستخدمًا صمام 4/2 بملفين.



الشكل (٣ – ٢٠)

نظرية التشغيل:

فى البداية يحمل العداد Z_1 بأى عدد وليكن n وذلك بوسيلته اليدوية، ثم بعد ذلك عند الضغط على الضاغط S_1 يعمل K_1 ، وتباعًا يعمل Y_1 ، فتتقدم الأسطوانة A للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ_2 ، فيعمل Y_2 وتصل نبضة كهربية لبوبينة العداد Z_1 ، فتصبح قراءة العداد الجارية 1 . وتتراجع الأسطوانة للخلف وصولاً لمكان مفتاح نهاية المشوار SQ_1 ، فيعمل Y_1 وتتقدم الأسطوانة A للأمام، وهكذا تتكرر حركة الأسطوانة ذهابًا وإيابًا وفى كل مرة يزداد قراءة العداد الجارية بمقدار 1 إلى أن تصبح قراءة العداد مساوية للعدد المحمل به العداد، وفى هذه الحالة يتغير وضع ريشة العداد فتفتح الريشة المغلقة للعداد، وينقطع التيار K_1 ، وتباعًا ينقطع مسار التيار عن Y_1, Y_2 وتعود الأسطوانة للخلف ثم تسكن.

ملاحظة:

يمكن تحرير قراءة العداد وإعادتها للصفر عند الضغط على S_2 .

٣ / ٧ – التشغيل التتابعى للأسطوانات:

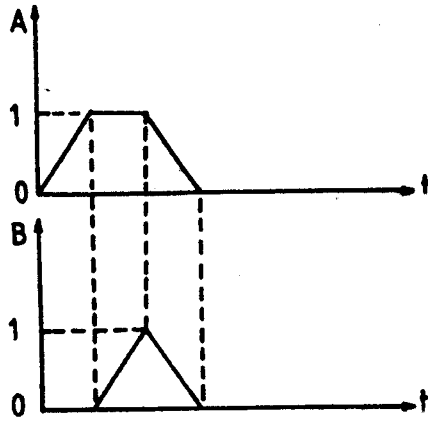
يمكن تشغيل الأسطوانات تتابعيًا أى الواحدة تلو الأخرى سواء فى مشوار الذهاب أو العودة بإحدى الطريقتين التاليتين:

١ – باستخدام مفاتيح نهايات المشوار نحصل على تشغيل تتابعى معتمد على الموضع.

٢ – باستخدام مفاتيح الضغط نحصل على تشغيل تتابعى معتمد على الضغط.

٣ / ٧ / ١ – التشغيل التتابعى المعتمد على الموضع:

عندما تكون الدائرة الهوائية تحتوى على أكثر من أسطوانة تعمل تتابعيًا أى الواحدة تلو الأخرى يلزم تمثيل تتابع التشغيل للأسطوانات بيانيًا بعمل مخطط الإزاحة. ففى الشكل (٣ – ٢١) مخطط الإزاحة لتشغيل الأسطوانتين A,B .



الشكل (٣ – ٢١)

ويلاحظ أن مخطط الإزاحة يعطى العلاقة بين حالة الأسطوانة والزمن، فعندما تكون حالة الأسطوانة 1 يعنى أن الأسطوانة متقدمة للأمام، وعندما تكون حالة الأسطوانة 0 يعنى أن الأسطوانة متراجعة للخلف وبالفعل فإن تقدم الأسطوانة – أى الانتقال من حالة 0 إلى حالة 1 – لا يتم فى لحظة بل يستغرق فترة زمنية تعتمد على سرعة الأسطوانة فكلما زادت سرعة الأسطوانة قلت الفترة الزمنية والعكس بالعكس. وكذلك فإن تراجع الأسطوانة أى الانتقال من حالة 1 إلى حالة 0 لا يتم فى لحظة بل يحتاج لفترة زمنية تعتمد على سرعة الأسطوانة عند العودة.

ومن مخطط الإزاحة السابقة يلاحظ أن الأسطوانة A تتقدم ثم تتقدم الأسطوانة B ثم تتراجع الأسطوانة A والأسطوانة B معًا للخلف، ويمكن التعبير عن تتابع التشغيل للأسطوانتين بالطريقة التالية:

رقم الخطوة	1	2	3
نوع الحركة	A+	B+	A-, B-

حيث إن:

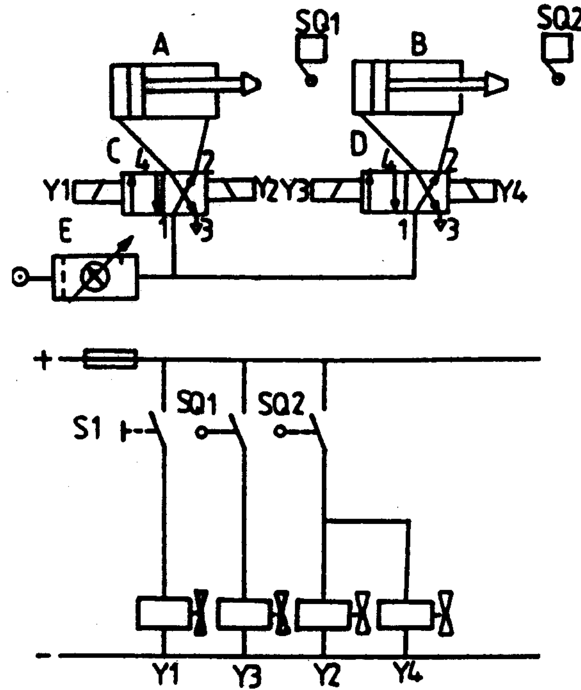
A + تعنى تقدم الأسطوانة A

B + تعنى تقدم الأسطوانة B

A – تعنى تراجع الأسطوانة A

B – تعنى تراجع الأسطوانة B

والشكل (٣ – ٢٢) يبين الدائرة الهوائية ودائرة التحكم الكهربية لتحقيق ذلك.



الشكل (٣ – ٢٢)

نظرية التشغيل:

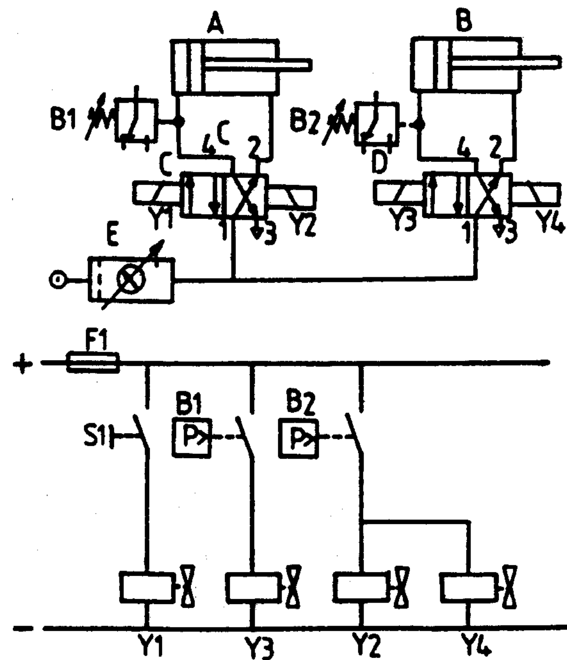
عند الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار تيار البوبينة Y1 ، فتتقدم الأسطوانة A للأمام (A+) وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ1 ، فيكتمل التيار للبوبينة Y3 ،

فتتقدم الأسطوانة B للأمام (+B) وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ2 فيكتمل مسار التيار لكلٍ من Y2, Y4 فتتراجع الأسطوانتان A,B معًا أى (-A , -B) .

٣ / ٧ / ٢ - التشغيل التتابعى المعتمد على الضغط :

فى الشكل (٣ - ٢٣) الدائرة الهوائية ودائرة التحكم الكهربية لتشغيل الأسطوانتين A, B تتابعيًا بالتتابع التالى :

رقم الخطوة	1	2	3
الحركة	A+	B+	A-, B-



الشكل (٣ - ٢٣)

محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانتان ثنائيتا الفعل	A, B
صمام 4/2 بملفين كهربيين	C, D
وحدة الخدمة	E

محتويات دائرة التحكم الكهربية :

مصهر حماية التحكم الكهربية	F_1
ضاغط البدء	S_1
مفاتيح ضغط	B_1, B_2
بوبينات الصمامات الاتجاهية	Y_1, Y_2, Y_3, Y_4

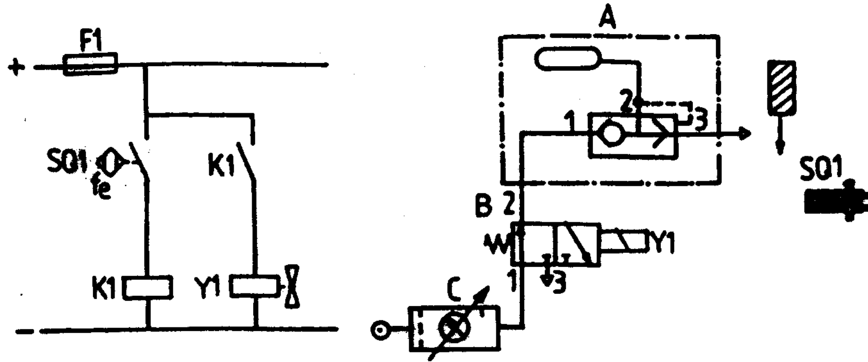
نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S_1 يكتمل مسار التيار للبوبينة Y_1 ، فتتقدم الأسطوانة A للأمام (A+) ، وعند وصول الأسطوانة A لنهاية شوط الذهاب يزداد الضغط خلف الأسطوانة للحد المعاير عليه مفتاح الضغط B_1 ، فيقوم مفتاح الضغط B_1 بغلق ريشته المفتوحة فيكتمل مسار التيار للبوبينة Y_3 ، فتتقدم الأسطوانة B للأمام (B+) .

وعند وصول الأسطوانة B لنهاية شوط الذهاب يزداد الضغط خلف الأسطوانة B للحد المعاير عليه مفتاح الضغط B_2 فيغلق ريشته المفتوحة فيكتمل مسار التيار لكلّ من Y_2, Y_4 ، فتتراجع الأسطوانتان A,B أى (A-, B-) في نفس اللحظة .

٣ / ٨ - التحكم فى المنفاخ الهوائى Pneumatic ejector control :

الشكل (٣ - ٢٤) يعرض الدائرة الهوائية ودائرة التحكم الكهربية فى المنفاخ الهوائى A لقذف شغلة بمجرد اقترابها من مفتاح تقاربى من النوع الحثى SQ_1 .



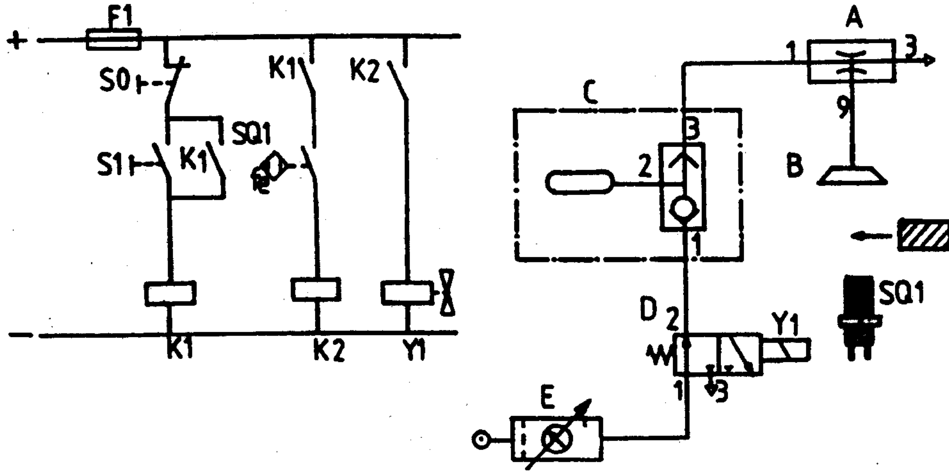
الشكل (٣ - ٢٤)

نظرية التشغيل:

فى الوضع الطبيعى يمر الهواء المضغوط عبر المسار 2 ← 1 للصمام الاتجاهى B ، ومروراً بصمام التصريف السريع للمفتاح الهوائى فى المسار 2 ← 1 ليملأ خزان المنفاخ بالهواء المضغوط، وبمجرد اقتراب شغلة من المفتاح التقاربى SQ_1 يكتمل مسار التيار لبوبينة K_1 ، وتباعًا يكتمل مسار التيار للبوبينة Y_1 ، فيتغير وضع التشغيل للصمام الاتجاهى B للوضع الأيسر، فينقطع مرور الهواء المضغوط عن المنفاخ الهوائى A وفى هذه اللحظة يقوم المنفاخ الهوائى بإخراج شحنته مرة واحدة ليدفع الشغلة إلى المكان المطلوب.

٣ / ٩ - التحكم فى وحدة الرفع بالتفريغ Vacuum Lifter Control :

الشكل (٣ - ٢٥) يعرض الدائرة الهوائية للتحكم فى وحدة الرفع بالتفريغ والمكونة من المنفاخ الهوائى C وفونية السحب A وكأس السحب B لالتقاط الشغلات المارة بجوار المفتاح التقاربى الحثى SQ_1 .



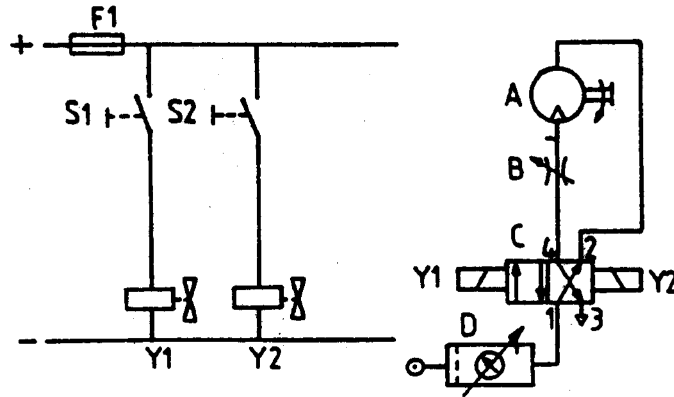
الشكل (٣ – ٢٥)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S1 يعمل K1 ، وعند اقتراب الشغلة من المفتاح التقاربى SQ1 يعمل K2 ، وتباعًا يعمل Y1 ، فتخرج شحنة المنفاخ الهوائى C عبر فونية سحب التفريغ A ، فيتولد قوة سحب عند كأس التفريغ B قادرة على جذب الشغلة لأعلى لنقلها لمكان آخر بعناصر هوائية أخرى غير موضحة بهذا المثال.

٣ / ١٠- التحكم فى الحركات الهوائية:

الشكل (٣ – ٢٦) يعرض الدائرة الهوائية ودائرة التحكم الكهربية للتحكم فى محرك هوائى اتجاه واحد A .



الشكل (٣ – ٢٦)

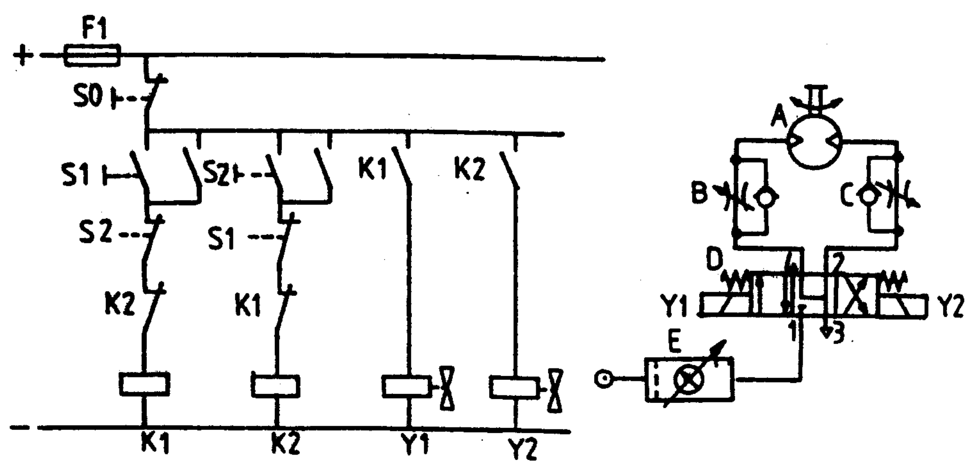
نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S_1 يكتمل مسار التيار للبوبينة Y_1 للحظة، فيتغير وضع التشغيل للصمام C للوضع الأيسر، فيدور المحرك الهوائى A . ويمكن التحكم فى سرعته بخنق هواء المصدر بواسطة الصمام الخانق القابل للمعايرة B . وعند الضغط على الضاغط S_2 يكتمل مسار التيار للبوبينة Y_2 ، فيتغير وضع التشغيل للصمام C للوضع الأيمن، فينعكس مرور الهواء المضغوط فى المحرك، فيصبح مدخل المحرك مخرج والعكس بالعكس، فيتوقف المحرك الهوائى بفرملة.

والشكل (٣ - ٢٧) يعرض الدائرة الهوائية ودائرة التحكم الكهربية للتحكم فى محرك هوائى يدور فى اتجاهين A ويمكن التحكم فى سرعة المحرك عند دورانه جهة اليمين بالصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة B ويمكن التحكم فى سرعة المحرك عند دورانه جهة اليسار بالصمام اللارجعى الخانق القابل للمعايرة C .

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S_1 يعمل K_1 وتباعًا يعمل Y_1 ، فيتغير وضع التشغيل للصمام D للوضع الأيسر فيدور المحرك جهة اليمين، ويمكن التحكم فى سرعة المحرك بواسطة الصمام الخانق اللارجعى القابل للمعايرة B ، أما عند الضغط على الضاغط S_2 ينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتورK_1 ، وتباعًا ينقطع مسار التيار للبوبينة Y_1 ، بينما يعمل K_2 وتباعًا Y_2 ، ويتغير وضع التشغيل للصمام D للوضع الأيمن فيدور المحرك A جهة اليسار ويمكن التحكم فى سرعة المحرك بواسطة الصمام الخانق اللارجعى القابل للمعايرة C . ويمكن إيقاف المحرك بالضغط على الضاغط S_0 ، فينقطع التيار الكهربى عن كل مكونات الدائرة ويعود الصمام B للوضع المركزى ويدور المحرك A بعزم القصور الذاتى حتى يقف حيث يتصل مدخلا المحرك معًا.



الشكل (٣ – ٢٧)

الباب الرابع

تطبيقات على التحكم الكهروهوائى

تطبيقات على التحكم الكهروهوائى

٤ / ١ - وحدة تعبئة الأرز السايب :

تتكون وحدة تعبئة الأرز السايب من صومعة يتم ملؤها بالأرز بصفة مستديمة من قسم التقشير والتبيض بواسطة بريمة معدة لذلك. ولملء سيارة بالأرز السايب تقف السيارة أسفل بوابة الصومعة وفوق أرضية ميزان البسكول ثم يتم ضبط الميزان على الوزن المطلوب، وبعد ذلك يقوم المشغل بالضغط على ضاغط التعبئة فتفتح بوابة الصومعة والتى تعمل بالهواء المضغوط وتظل بوابة الصومعة مفتوحة إلى أن يقوم الميزان بغلق الصومعة من جديد وذلك عند وصول وزن السيارة للوزن المطلوب. وفى الشكل (٤ - ١) المخطط التقنى لهذه الوحدة.

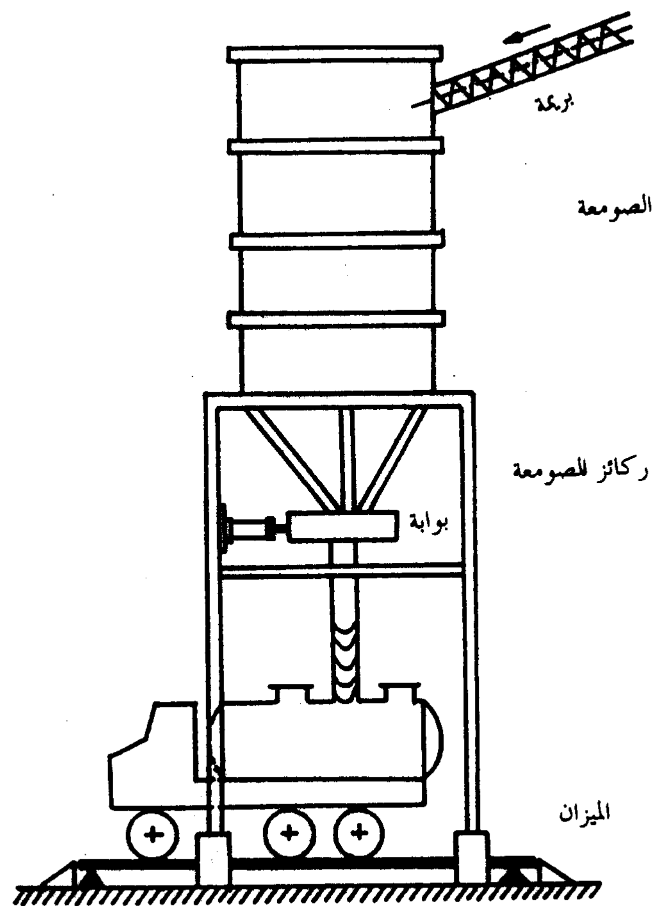
وفى الشكل (٤ - ٢) الدائرة الهوائية ودائرة التحكم الكهربية وذلك باستخدام صمام 5/2 بملف وياى سابق التحكم لفتح وغلق بوابة الصومعة.

محتويات الدائرة الهوائية :

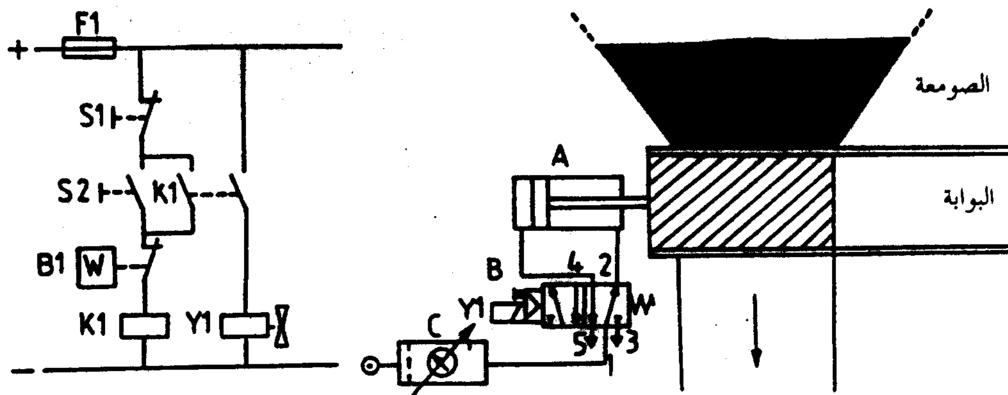
أسطوانة ثنائية الفعل	A
صمام 5/2 بملف وياى سابق التحكم	B
وحدة الخدمة	C

محتويات دائرة التحكم الكهربية :

مصهر حماية دائرة التحكم من القصر	F_1
ضاغط غلق الصومعة	S_1
ضاغط فتح الصومعة	S_2
كونتاكتور كهربى	K_1
ملف الصمام الاتجاهى	Y_1
مفتاح ميزان البسكول	B_1



الشكل (٤ – ١)

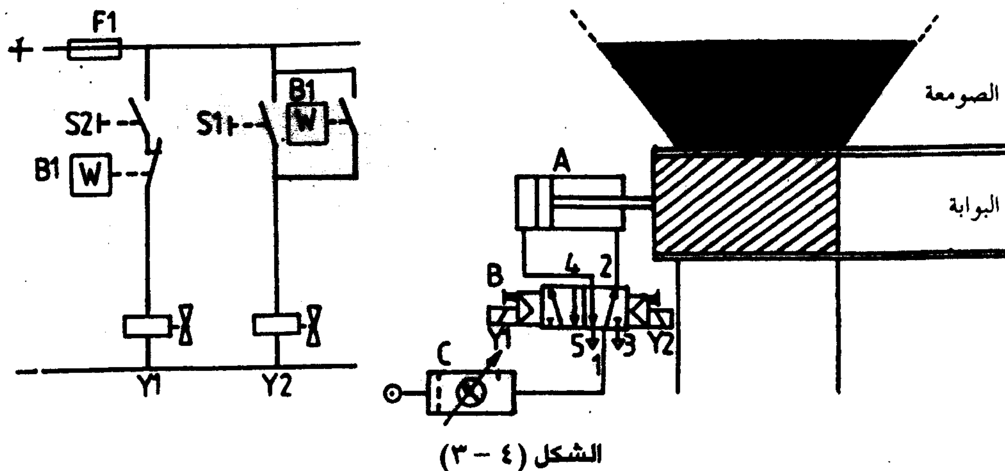


الشكل (٤ - ٢)

نظرية التشغيل:

فى البداية يتم ضبط الميزان على الوزن المطلوب، مضافًا إليه وزن السيارة الفارغة، ثم يسمح للسيارة بالوقوف فوق أرضية الميزان وأسفل بوابة الصومعة، وبعد ذلك يقوم المشغل بالضغط على الضاغط S2، فيكتمل مسار التيار للكونتاكتور K1، وتباعًا للبوبينة Y1 فيتغير وضع تشغيل الصمام للوضع الأيسر، فتتقدم الأسطوانة A لتفتح بوابة الصومعة، فينزل الأرز من الصومعة تحت تأثير الجاذبية الأرضية وبمجرد وصول وزن السيارة للوزن المعاير عليه الميزان تفتح الريشة المغلقة B1، فينقطع مسار التيار لبوبينة الكونتاكتور K1 وتباعًا للبوبينة Y1، ويعود الصمام الاتجاهى B لوضع التشغيل الأيمن له بفعل ياى الإرجاع فتعود الأسطوانة A للوراء وتغلق بوابة الصومعة.

والشكل (٤ - ٣) يعرض الدائرة الهوائية ودائرة التحكم باستخدام صمام 5/2 بملفين كهربيين (سابق التحكم).



الشكل (٤ – ٣)

نظرية التشغيل :

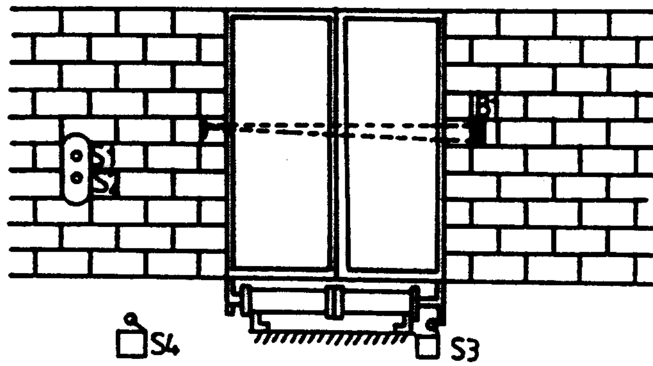
فى البداية يعاير الميزان على الوزن المطلوب، ثم يسمح للسيارة بالوقوف أسفل الصومعة، وعند الضغط على الضاغط S2 تصل نبضة كهربية للملف Y1 ، فيتغير وضع تشغيل الصمام B للوضع الأيسر، فتتقدم الأسطوانة A للأمام لتفتح الصومعة، وعند وصول وزن السيارة للوزن المعاير عليه الميزان تنعكس ريش B1 فتغلق الريشة المفتوحة وتفتح الريشة المغلقة فتصل نبضة كهربية Y2 فيعود الصمام B للوضع الأيمن وتتراجع الأسطوانة A للخلف وتغلق الصومعة ذاتيا ويمكن غلق الصومعة فى أى لحظة بالضغط على الضاغط S1 .

ملاحظة :

الصمام الاتجاهى المستخدم فى الشكل (٤ – ٢) هو صمام 5/2 بملف ووسيلة يدوية ويای (سابق التحكم)، وكذلك فإن الصمام الاتجاهى المستخدم فى الشكل (٤ – ٣) هو صمام 5/2 بملفين كهربيين ووسيلة تشغيل يدوية (سابق التحكم)، وعموما فإن الصمامات المزودة بوسيلة يدوية تسهل على القائمين بأعمال الصيانة عملهم، حيث يمكن للقائم بالصيانة تشغيل الصمام من هذه الوسيلة اليدوية عند وجود مشاكل فى فتح الصومعة لسبب أو لآخر ولمزيد من الإيضاح انظر الشكل (١ – ١١).

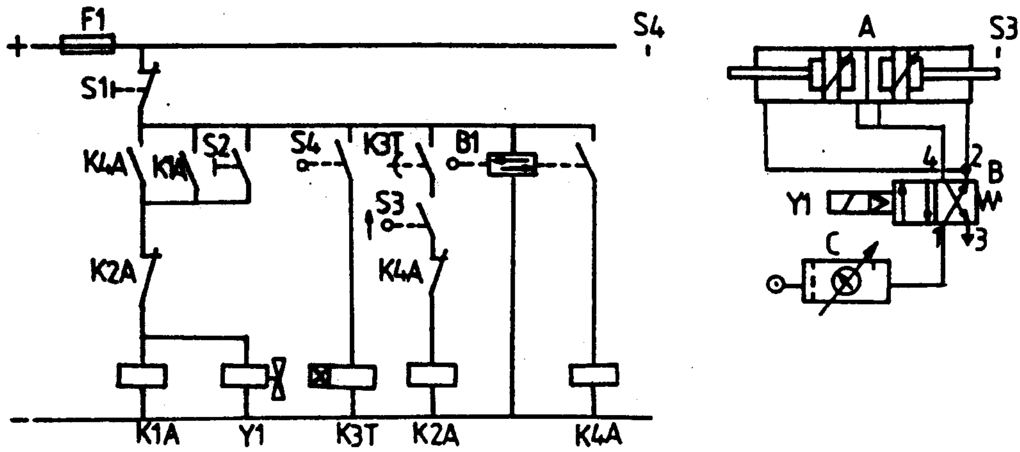
٤ / ٢ - بوابة الجراج الأفقية :

المخطط التقنى لبوابة الجراج الأفقية موضح بالشكل (٤ - ٤).



الشكل (٤ - ٤)

وتعمل البوابة يدويًا باستخدام ضاغط يدوى أو أتوماتيكى عند توقف سيارة أمام البوابة لتقطع مسار خلية ضوئية، بينما تغلق أتوماتيكيا بعد مرور 15 ثانية من لحظة فتح البوابة إذا لم يتصادف وجود سيارة فى ممر البوابة، والشكل (٤ - ٥) يعرض الدائرة الهوائية ودائرة التحكم الكهربية مستخدمًا أسطوانة ثنائية الفعل بذراعين متضادين A وصمام 5/2 بملف كهربى وياى (سابق التحكم) B .



الشكل (٤ - ٥)

محتويات الدائرة الهوائية ودائرة التحكم الكهربية :

أسطوانة ثنائية الفعل بذراعين متضادين	A
صمام 5/2 بملف وياى (سابق التحكم)	B
وحدة الخدمة	C
ضاغط فتح البوابة يدويًا	S1
ضاغط غلق البوابة يدويًا	S2
خلية ضوئية	B1
مفتاح نهاية مشوار الغلق	S3
مفتاح نهاية مشوار الفتح	S4
ريلهات كهرومغناطيسية	K1A, K2A, K4A
مؤقت زمنى	K3T

نظرية التشغيل :

عند وقوف سيارة أمام بوابة الجراج ينقطع مسار الخلية الضوئية B1، فتقوم الخلية بعكس حالة ريشها فتغلق الريشة المفتوحة طبيعيًا والعكس بالعكس، فيعمل K4A وتباعًا يعمل (Y1, K1A)، وبالتالى يتقدم ذراعا الأسطوانة A للأمام لتفتح البوابة وصولاً لمفتاح نهاية المشوار S4، فيقوم هذا المفتاح بعكس حالة ريشه وبالتالى يعمل المؤقت الزمنى K3T وبعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت الزمنى تنعكس حالة ريشه فيعمل K2A (فى حالة دخول السيارة داخل الجراج) وبالتالى ينقطع مسار تيار (Y1, K1A) وبالتالى يتراجع ذراعا الأسطوانة A للخلف لتغلق بوابة الجراج.

ملاحظات :

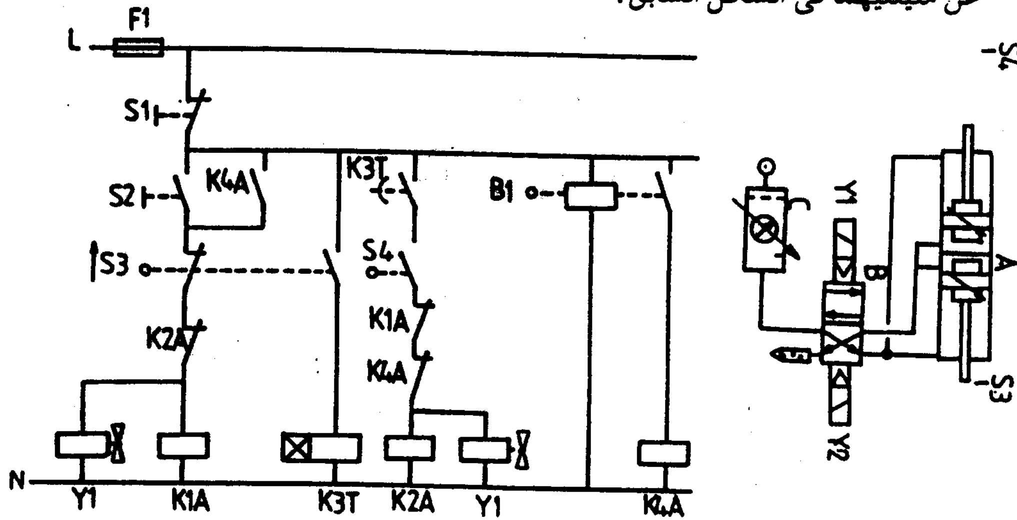
١ - إذا تصادف وجود سيارة بعد انتهاء زمن الفتح فإن K2A لن يعمل وبالتالى لن تغلق بوابة الجراج إلا بعد دخول السيارة داخل الجراج.

٢ - يمكن فتح بوابة الجراج يدويًا بالضغط على الضاغط S2، ويمكن غلق بوابة

الجراج يدويًا بالضغط على الضاغط S1.

٣ – وضع سهم بجوار الريشة المفتوحة S3 يعنى أن حالة هذه الريشة معكوسة؛ نتيجة لضغط البوابة على بكرة نهاية المشوار S3. أى أن هذه الريشة مغلقة طبيعيًا NC.

وفى الشكل (٤ – ٦) الدائرة الهوائية ودائرة التحكم الكهربية للتحكم فى بوابة الجراج مستخدمًا أسطوانة ثنائية الفعل بذراعين متضادين وصمام 5/2 بملفين سابق التحكم. مع العلم بأن محتويات الدائرة الهوائية ودائرة التحكم الكهربية لا تختلف عن مثيلتيهما فى الشكل السابق.



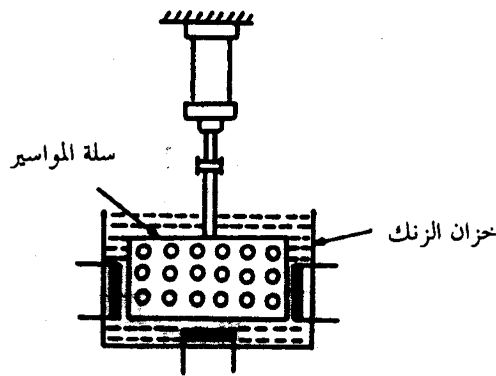
الشكل (٤ – ٦)

نظرية التشغيل:

عند وقوف سيارة أمام بوابة الجراج ينقطع مسار الخلية الضوئية B1 فتغلق الريشة المفتوحة للخلية فيعمل K4A، وتباعًا يعمل (K1A, Y1)، فتتقدم الأسطوانة A لتفتح بوابة الجراج وصولاً لمفتاح نهاية المشوار S4 فتنعكس حالة ريش المفتاح S3 فينفصل (Y1, K1A) فى حين يعمل K3T، وعند تحرر S3 تعود حالة ريشة هذا المفتاح لحالتها الطبيعية، وبمجرد انتهاء الزمن المعاير عليه K3T يغلق المؤقت ريشته المفتوحة فيعمل (Y1, K2A). فتتراجع الأسطوانة A للخلف لتغلق البوابة، وذلك إذا لم يتصادف وجود سيارة عند ممر البوابة.

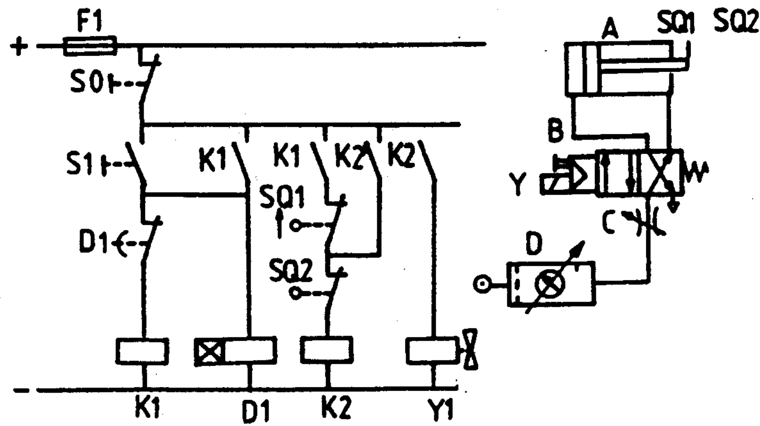
٤ / ٣ - وحدة جلفنة مواسير الصلب :

تستخدم هذه الوحدة فى مصانع صناعة المواسير الصلب . حيث تقوم هذه الوحدة بغمر مواسير الصلب بعد تصنيعها فى خزان الزنك المنصهر لجلفنة المواسير، وتتم عملية غمر المواسير وإخراجها من الخزان ببطء لمنع الطرطشة . والشكل (٤ - ٧) يوضح المخطط التقنى لهذه الوحدة .



الشكل (٤ - ٧)

أما الشكل (٤ - ٨) فيوضح الدائرة الهوائية ودائرة التحكم الكهربية مستخدماً صمام 4/2 بملف ووسيلة يدوية وياى (سابق التحكم) .



الشكل (٤ - ٨)

محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانة ثنائية الفعل	A
صمام 4/2 بملف ووسيلة يدوية وياى (سابق التحكم)	B
صمام خانق قابل للمعايرة	C
وحدة الخدمة	D

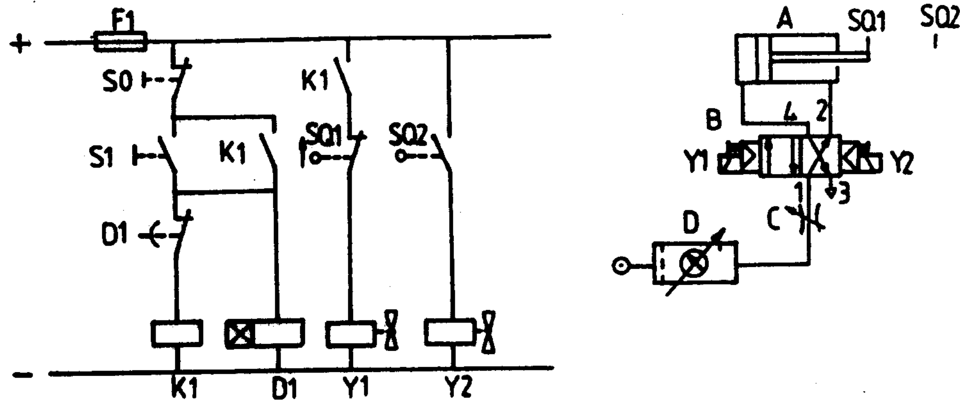
محتويات دائرة التحكم الكهربية :

مصهر حماية دائرة التحكم	F1
ضاغط إيقاف	S0
ضاغط بدء دورة التشغيل	S1
ريلهات كهرومغناطيسية	K1, K2
مفاتيح نهايات مشوار	SQ1, SQ2
مؤقت زمنى	D1
بوبينة الصمام B	Y1

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط يعمل K1, D1، وتباعًا يعمل K2 ثم يعملY1، فتتقدم الأسطوانة A للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ2، وبالتالى تفتح ريشة هذا المفتاح فيفصل K2، وتباعًا يفصل Y1 . فتعود الأسطوانة للخلف وصولاً للمفتاح SQ1 فيعمل K2 وتباعًا يعمل Y1 وتتقدم الأسطوانة للأمام، وهكذا تظل الأسطوانة A تتقدم وتتراجع بسرعة بطيئة (لخنق هواء المصدر بواسطة الصمام الخانق القابل للمعايرة C) إلى أن ينتهى الزمن المعاير عليه المؤقت D1، فيفتح ريشته المغلقة فينقطع مسار التيار لبوبينة الريلاى K1، وتباعًا ينقطع مسار التيار لبوبينة الريلاى K2 ثم Y1، وتعود الأسطوانة A للخلف ثم تتوقف .

أما الشكل (٤ – ٩) فيعرض الدائرة الهوائية ودائرة التحكم الكهربية مستخدما صمام 4/2 بملفين ووسيلتين يدويتين (سابق التحكم) .



الشكل (٤ – ٩)

نظرية التشغيل :

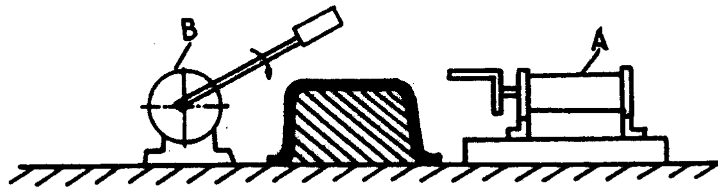
عند الضغط على الضاغط S1 يعمل K1, D1، وتباعًا يعمل Y1 فتتقدم الأسطوانة A للأمام ببطء وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ2، فيعمل Y2، فتتراجع الأسطوانة A للخلف ببطء وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ1 فيعمل Y1 وتتقدم الأسطوانة للأمام ببطء وهكذا إلى أن ينتهى الزمن المعاير عليه المؤقت الزمنى D1 فتفتح ريشة المؤقت فينقطع مسار التيار لبوبينة K1، وتباعًا ينقطع مسار تيار Y1 وتعود الأسطوانة A للخلف ثم تتوقف.

ملاحظة :

يمكن استخدام ريلهات كهرومغناطيسية للتحكم فى وصل وفصل التيار الكهربى لملفات الصمامات الكهربية لصغر تيار هذه الملفات كما أن ريشة تلامس هذه الريلهات تتحمل تيارات تصل إلى 10A .

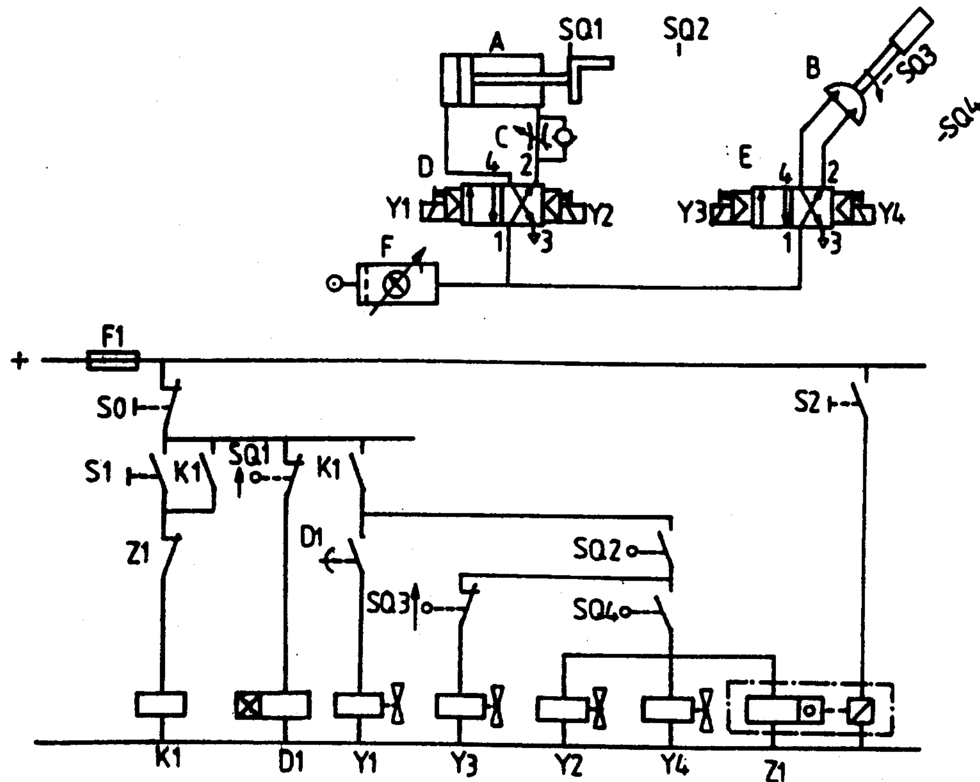
٤ / ٤ – وحدة ختم المشغولات البلاستيكية :

توجد هذه الوحدة فى مصانع الأوعية البلاستيكية، وتقوم هذه الوحدة بعمل ختم على الأوعية البلاستيكية المنتجة، يتضمن بيانات التصنيع والمخطط التقنى لهذه الوحدة مبين فى الشكل (٤ – ١٠).



الشكل (٤ – ١٠)

وفى الشكل (٤ – ١١) الدائرة الهوائية ودائرة التحكم الكهربية لهذه الوحدة.



الشكل (٤ – ١١)

محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانة ثنائية الفعل	A
أسطوانة دوارة	B
صمام خانق لارجعى قابل للمعايرة	C
صمام (4/2) (سابق التحكم) بملفين ومزود بوسيلة « يدوية »	D
صمام (4/2) (سابق التحكم) بملفين ومزود بوسيلة « يدوية »	E
وحدة الخدمة	F

محتويات دائرة التحكم الكهربية :

مصهر حماية دائرة التحكم من القصر	F1
ضاغط الإيقاف	S0
ضاغط بدء دورة التشغيل	S1
ريلاى كهرومغناطيسى	K1
مؤقت زمنى	D1
عداد كهروميكانيكى	Z1
ضاغط تحرير قراءة العداد	S2
مفاتيح نهايات مشوار ميكانيكية	SQ1,......SQ4
بوبينات الصمامات الاتجاهية	Y1,......Y4

نظرية التشغيل :

فى البداية يحمل العداد Z1 بالعدد المطلوب ثم نضغط على ضاغط التشغيل S1 فيعمل K1 وتباعًا يعمل Y1، (حيث إن المؤقت D1 يقوم بغلق ريشته المفتوحة بعد مرور الزمن المعاير عليه المؤقت وهو الزمن اللازم لتعديل الشغلة البلاستيكية يدويًا بعد ختمها) فتتقدم الأسطوانة A ببطء لتثبيت الشغلة البلاستيكية، وعند وصول

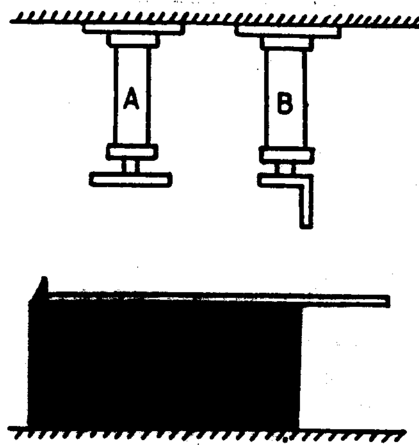
الأسطوانة A لمفتاح نهاية المشوار SQ2 يعمل Y3 فتدور الأسطوانة B لعمل الختم المطلوب على الشغلة، وعند وصول هذه الأسطوانة لمفتاح نهاية المشوار SQ4 يعمل Y2, Y4, Z1، فـتـتـراجع الأسطوانة A للخلف، وتدور الأسطوانة B فى عكس عقارب الساعة، وتصبح قراءة العداد Z1 مساوية 1، وتتكرر دورة التشغيل مرة ثانية بعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت D1 (حتى يتمكن المشغل من رفع الشغلة المختومة واستبدالها بأخرى غير مختومة) وفى كل مرة تزداد قراءة العداد الجارية بمقدار واحد حتى تصبح قراءة العداد الجارية مساوية للعدد المحمل، فى هذه الحالة يقوم العداد بعكس حالة ريشه فتفتح الريشة المغلقة للعداد فينقطع التيار الكهربى عن K1، وتباعًا عن جميع البوبينات Y1, Y2, Y3, Y4 وتتوقف الوحدة.

ملاحظة:

يمكن تصفير قراءة العداد الجارية فى أى لحظة بالضغط على الضاغط S2.

٤ / ٥ - جهاز تشكيل ألواح الصاج على شكل حرف L:

الشكل (٤ - ١٢) يبين المخطط التقنى لجهاز تشكيل ألواح الصاج على شكل حرف L. ويتكون هذا الجهاز من أسطوانتين حيث إن الأسطوانة A تقوم بتثبيت لوح الصاج، والأسطوانة B تقوم بثنى لوح الصاج على شكل حرف L. والشكل (٤ - ١٣) يبين مخطط الإزاحة لهذا الجهاز حيث يتضح من مخطط الإزاحة أن الأسطوانة A تتقدم فى البداية لتثبيت لوح الصاج ثم تتقدم الأسطوانة B لثنى لوح الصاج على شكل حرف L.

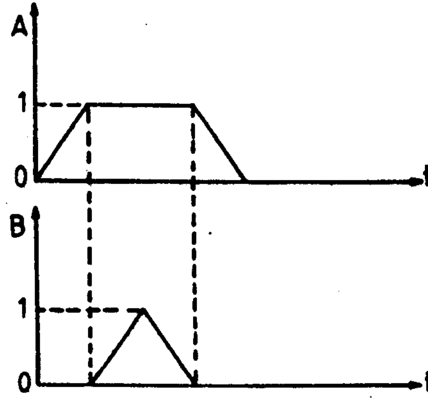


الشكل (٤ - ١٢)

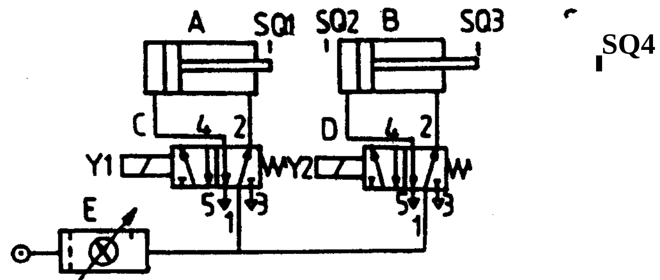
ثم تتـــراجع الأسطوانة B ثم تتراجع الأسطوانة A. أى إن تتابع التشغيل من اليسار إلى اليمين يكون كما يلى :

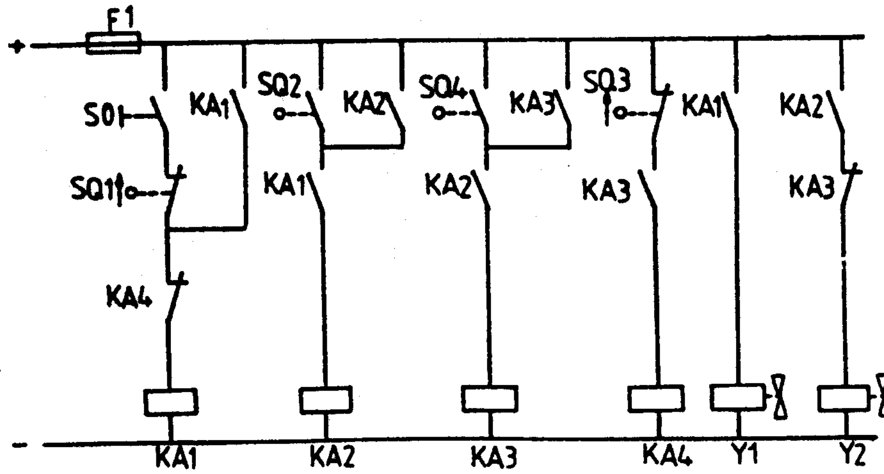
A+, B+, B-, A-

والشكل (٤ – ١٤) يبين الدائرة الهوائية ودائرة التحكم الكهربية لهذا الجهاز مستخدمًا أسطوانتين ثنائيتى الفعل وصمامين 5/2 بملف وياى.



الشكل (٤ – ١٣)





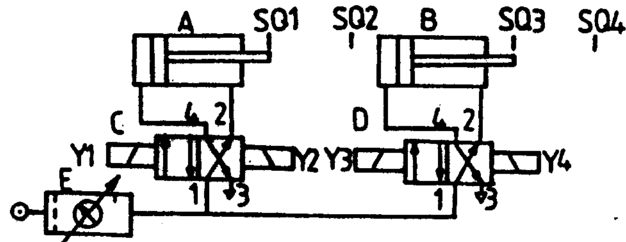
الشكل (٤ – ١٤)

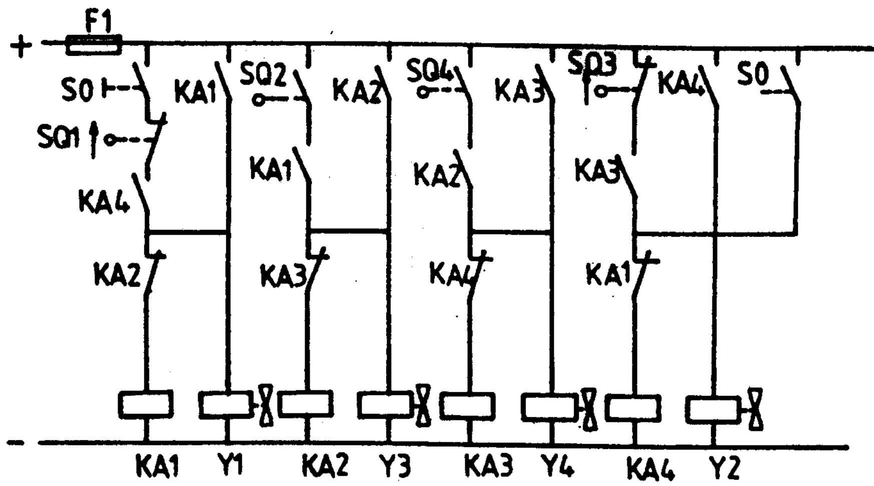
نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S0 يعمل KA1، وتباعًا يعمل Y1 فتتقدم الأسطوانة A للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ2 فيعمل KA2، وتباعًا يعمل Y2 فتتقدم الأسطوانة B للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ4، فيعمل KA3 فينقطع مسار التيار للبوبينة Y2، فتعود الأسطوانة B للخلف وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ3 فيعمل KA4 فينقطع مسار التيار لبوبينة الريلاى KA1 وتباعًا ينقطع مسار التيار للبوبينة Y1 فتعود الأسطوانة A للخلف.

مع الأخذ فى الاعتبار أنه لحظة انقطاع مسار التيار للريلاى KA1 ينقطع مسار التيار للريلهات KA2 ثم KA3 ثم KA4 بالترتيب وتتوقف الوحدة.

والشكل (٤ – ١٥) يبين الدائرة الهوائية ودائرة التحكم الكهربية لهذا الجهاز مستخدما أسطوانتين ثنائيتى الفعل وصمامين 4/2 بملفين كهربيين..





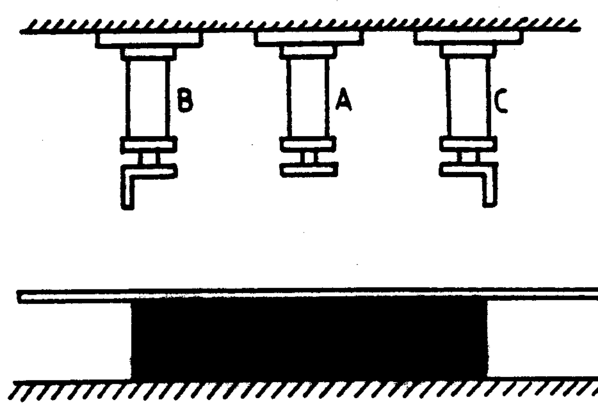
الشكل (٤ – ١٥)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S0 يعمل KA4، وتباعًا يعمل KA1, Y1. وينقطع مسار التيار لبوبينة الريلاى KA4، وتتقدم الأسطوانة A للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ1، فيعمل KA2, Y3، فينقطع مسار التيار لبوبينة الريلاى KA1، وتتقدم الأسطوانة B للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ4، فيعمل KA3, Y4، فينقطع مسار التيار لبوبينة الريلاى KA2، وتتراجع الأسطوانة B للخلف وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ3، فيعمل KA4, Y2، فينقطع مسار التيار لبوبينة الريلاى KA3، وتتراجع الأسطوانة A للخلف وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ1، وتتوقف الواحدة عن العمل إلى أن يقوم المشغل بالضغط على الضاغط S0 مرة أخرى.

٤ / ٦ - جهاز تشكيل ألواح الصاج على شكل حرف U :

الشكل (٤ - ١٦) يبين المخطط التقنى لجهاز تشكيل ألواح الصاج على شكل U. ويتكون هذا الجهاز من ثلاث أسطوانات الأسطوانة A تقوم بتثبيت ألواح الصاج، والأسطوانة B تقوم بالثنى المبدئى للوح الصاج، أما الأسطوانة C فتقوم باستكمال ثنى لوح الصاج للحصول على شكل U.



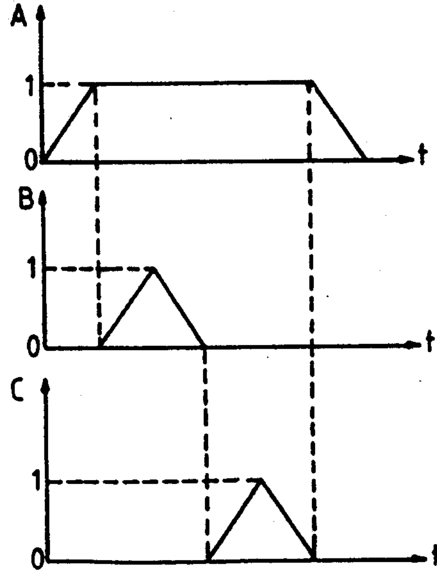
الشكل (٤-١٦)

والشكل (٤ - ١٧) يعرض مخطط الإزاحة لهذا الجهاز، ومن مخطط الإزاحة نستنتج أن الأسطوانة A تتقدم أولاً لتثبيت لوح الصاج، ثم تتقدم الأسطوانة B لعمل الثنى المبدئى، ثم تتراجع الأسطوانة B وبعد ذلك تتقدم الأسطوانه C لاستكمال ثنى لوح الصاج، ثم تتراجع الأسطوانة C، وأخيراً تتراجع الأسطوانة A

لتحرير لوح الصاج المشكل. وبالتالى يمكن القول بأن تتابع التشغيل من اليسار إلى اليمين يكون على النحو التالى :

A+, B+, B-, C+, C-, A-

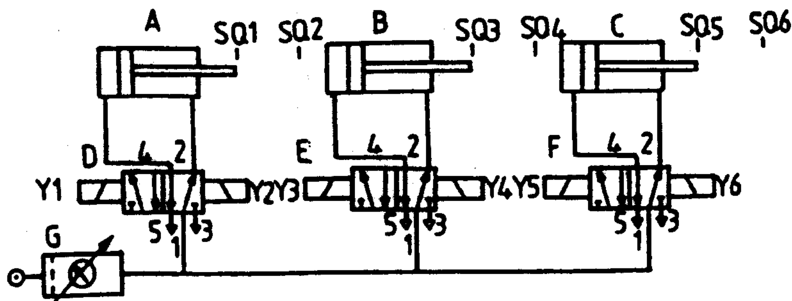
ومن الواضح فى التمارين السابقة أنه كلما ازداد عدد الأسطوانات ازداد تعقيد دائرة التحكم الكهربية. وهناك طريقة تسمى طريقة التشغيل التتابعى يمكن استخدامها لاستنتاج دائرة التحكم إذا زاد عدد الأسطوانات عن أسطوانتين.



الشكل (٤ – ١٧)

وفيما يلى بيان بطريقة التشغيل التتابعى :

تستخدم هذه الطريقة إذا كانت عملية تشغيل الأسطوانات تتم بطريقة تتابعية كما فى هذا التمرين، فتتكون دورة التشغيل فى هذا التمرين من ست حركات حيث تسمى +A حركة، +B حركة وهكذا. ولاستنتاج دائرة التحكم نرسم فى البداية الدائرة الهوائية لهذا الجهاز كما فى الشكل (٤ – ١٨).



الشكل (٤ – ١٨)

بعد ذلك نقوم بتقسيم الحركات المختلفة للعملية الصناعية إلى أقل عدد من المجاميع، بحيث لا يجتمع حركتان متضادتان فى مجموعة واحدة فمثلاً: لا تجتمع الحركة +B- ,B معاً فى مجموعة واحدة، وكذلك لا تجتمع الحركة -C+, C فى مجموعة واحدة وهكذا ثم بعد ذلك نعد جدول التتابع كما بالجدول (٤ - ١) حيث إن المجموعة 1 تتكون من الحركات (+A+, B) . والمجموعة 2 تتكون من الحركات (+B-, C)، والمجموعة الثالثة تتكون من الحركات (-C-, A) وبالطبع عند استخدام صمامات بملفين كهربيين؛ فإنه يوجد ملف مسئول عن كل حركة فالملف Y1 مسئول عن الحركة +A والملف Y3 مسئول عن الحركة +B وهكذا.

ونحدد مفتاح نهاية المشوار الخاص ببداية كل حركة فمثلاً: SQ1 هو مفتاح بداية الحركة +A. وكذلك SQ3 هو مفتاح بداية الحركة +B وهكذا.

ونحدد مفتاح نهاية المشوار الخاص ببداية المجموعة، وعادة يكون هو مفتاح بداية الحركة الأولى من المجموعة فمثلاً المفتاح SQ1 هو مفتاح بداية المجموعة 1. والمفتاح SQ4 هو مفتاح بداية المجموعة 2 وهكذا.

ويحدد مفتاح نهاية المشوار الخاص بنهاية كل حركة، فمثلاً SQ2 هو مفتاح نهاية الحركة +A، وكذلك SQ4 هو مفتاح نهاية الحركة +B وهكذا.

الجدول (٤ - ١)

المجموعة	1		2		3	
الحركة	A+	B+	B+	C+	C-	A-
ملف الحركة	Y1	Y3	Y4	Y5	Y6	Y2
مفتاح بداية الحركة	SQ1	SQ3	SQ4	SQ5	SQ6	SQ2
مفتاح نهاية الحركة	SQ2	SQ4	SQ3	SQ6	SQ5	SQ1
مفتاح بداية المجموعة	SQ1		SQ2		SQ3	

ولعمل دائرة التحكم الكهربية يخصص ريلاى لكل مجموعة، فالريلاى KA1 للمجموعة 1، والريلاى KA2 للمجموعة 2 والريلاى KA3 للمجموعة 3. ونضع

ريشة مفتوحة من ضاغط البدء فى بداية مسار التيار لريلاى المجموعة الأولى. ثم نضع ريشة مفتوحة من مفتاح البدء لكل مجموعة فى مسار ريلاى المجموعة الخاص به.

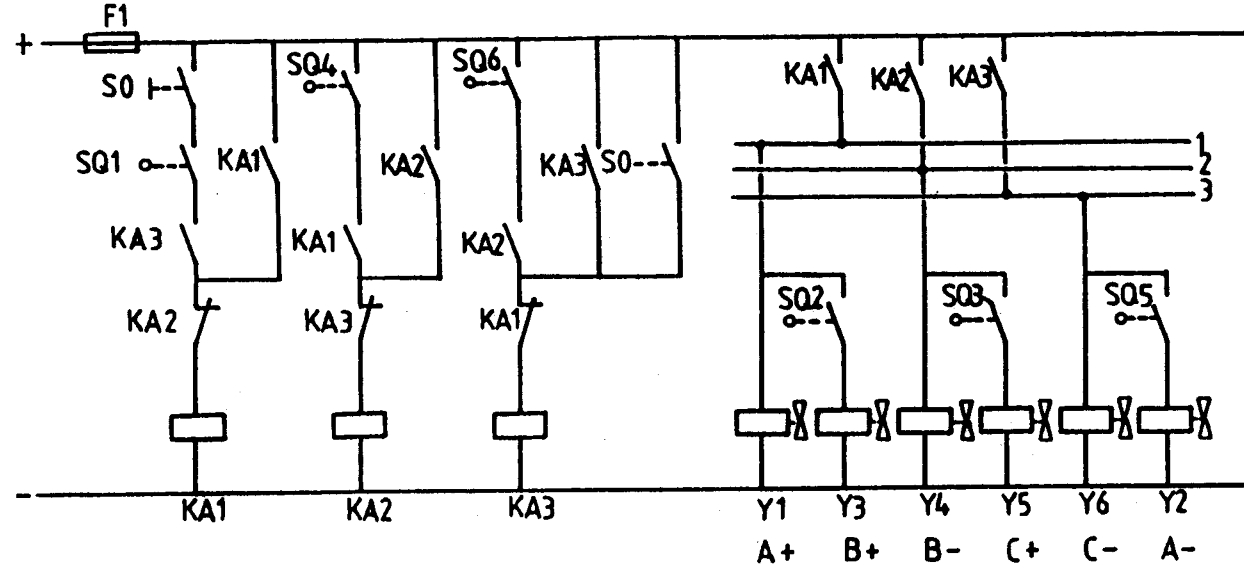
وحتى نحصل على تتابع فى تشغيل المجموعات نضع ريشة مفتوحة من ريلاى المجموعة الثالثة KA3 فى مسار تيار المجموعة الأولى KA1، وكذلك ريشة مفتوحة من ريلاى المجموعة الأولى KA1 فى مسار المجموعة الثانية KA2، وكذلك ريشة مفتوحة من ريلاى المجموعة الثانية فى KA2 فى مسار تيار ريلاى المجموعة الثالثة KA3 وهكذا، وتستخدم ريشة مفتوحة من كل ريلاى كريشة إمساك ذاتى له.

وحتى لا تعمل مجموعتان فى آن واحد، نضع ريشة مغلقة من ريلاى المجموعة الأولى KA1 فى مسار ريلاى المجموعة الثالثة، وكذلك ريشة مغلقة من ريلاى المجموعة الثانية KA2 فى مسار ريلاى المجموعة الأولى KA1 وهكذا.

وبعد ذلك يوضع ريشة مفتوحة من ضاغط البدء بالتوازى مع ريشة التغذية الذاتية للمجموعة الأخيرة (الثالثة).

ولعمل دائرة ملفات الصمامات نتبع الآتى: نرسم خطًا لكل مجموعة موصل من خط + للمصدر الكهربى من خلال ريشة مفتوحة لريلاى المجموعة ذاتها، ثم نوصل ملفات حركات كل مجموعة مع خط المجموعة من خلال ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية الحركة السابقة، ويستثنى من ذلك الحركة الأولى من كل مجموعة.

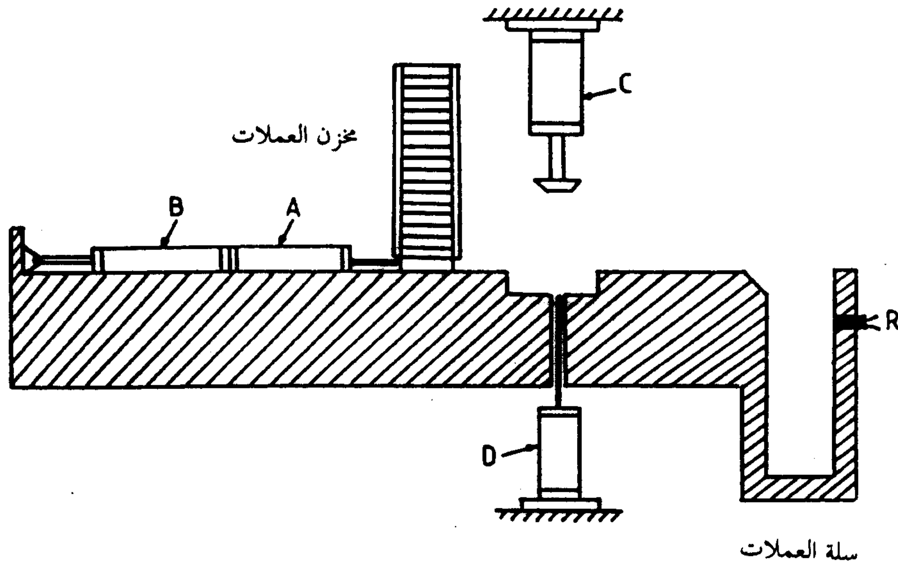
وفى الشكل (٤ - ١٩) دائرة التحكم الكهربية المستنتجة بطريقة التشغيل التتابعى.


F1
+
-
S0
SQ1
KA3
KA2
KA1
SQ4
KA1
KA3
KA2
SQ6
KA2
KA1
KA3
S0
KA1
KA2
KA3
1
2
3
SQ2
SQ3
SQ5
KA1
KA2
KA3
Y1
Y3
Y4
Y5
Y6
Y2
A+
B+
B-
C+
C-
A-

الشكل (٤ - ١٩)

٤ / ٧ - وحدة ختم العملات المعدنية :

الشكل (٤ - ٢٠) يبين المخطط التقنى لهذه الوحدة .



الشكل (٤ - ٢٠)

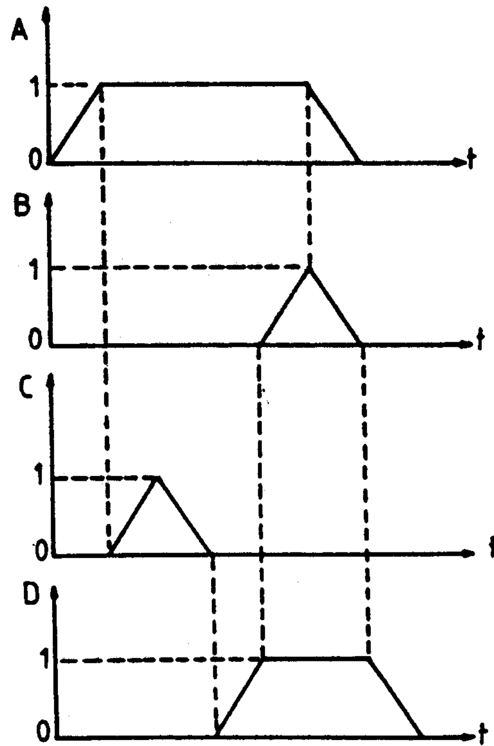
وفى الشكل (٤ - ٢١) مخطط الإزاحة لهذه الوحدة . ومن مخطط الإزاحة نستنتج أن تتابع التشغيل من الشمال إلى اليمين كما يلى :

A+, C+, C-, D+, B+, B-, D-

A-

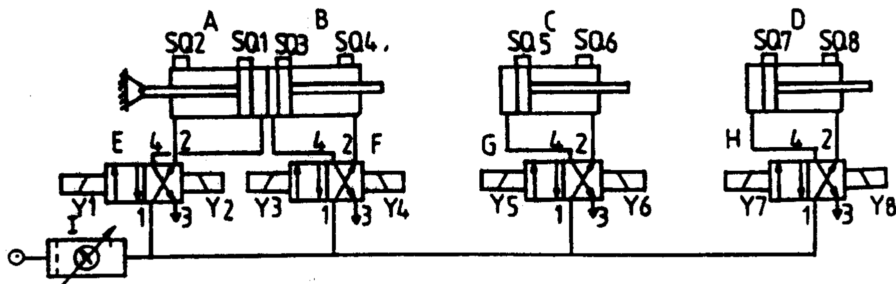
وتتم عملية ختم العملات المعدنية بالطريقة التالية :

- تقدم الأسطوانة A لدفع العملة المعدنية من مخزن العملات .
- تقدم الأسطوانة C لختم العملة .
- تراجع الأسطوانة C .
- تقدم الأسطوانة D لدفع العملة المختومة من مكان التثبيت .
- تقدم الأسطوانة لدفع الشغلة إلى سلة العملات المختومة .
- تراجع الأسطوانتان، A,B معاً .
- تراجع الأسطوانة D .



الشكل (٤ – ٢١)

وباستخدام طريقة التشغيل التتابعى يمكن استنتاج دائرة التحكم، ففى البداية نرسم الدائرة الهوائية كما بالشكل (٤ – ٢٢).



الشكل (٤ – ٢٢)

وبعد ذلك نقوم بتقسيم الحركات المختلفة إلى أقل عدد من المجموعات، بحيث لا تجتمع حركتان متضادتان فى مجموعة واحدة ونعد جدول التتابع بالطريقة المبينة بالجدول (٤ – ٢).

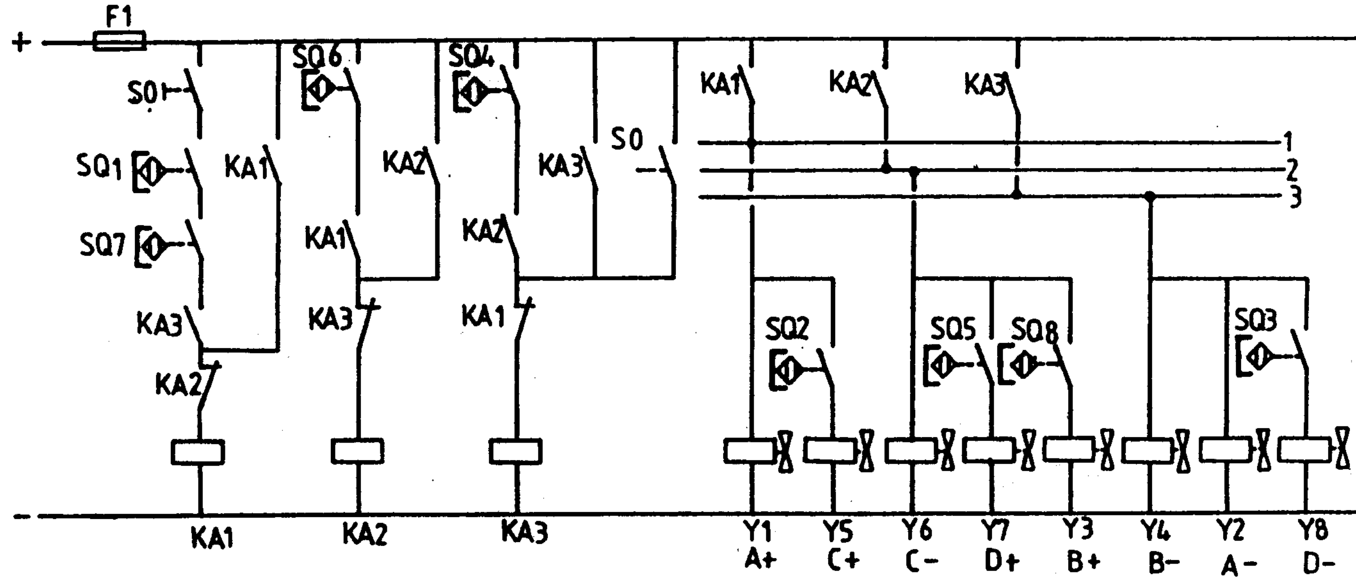
الجدول (٤ – ٢)

المجموعة	1		2			3	
الحركة	A+	C+	C-	D+	B+	B- / A-	D-
ملف الحركة	Y1	Y5	Y6	Y7	Y3	Y4 / Y2	Y8
مفتاح بداية الحركة	SQ1	SQ5	SQ6	SQ7	SQ3	SQ4 / SQ2	SQ8
مفتاح نهاية الحركة	SQ2	SQ6	SQ5	SQ8	SQ4	SQ3 / SQ1	SQ7
مفتاح بداية المجموعة	SQ1		SQ6			SQ4, SQ2	

وبنفس الطريقة المتبعة فى التمرين السابق يمكن استنتاج دائرة التحكم الكهربية علماً بأنه فى بعض الأحيان نحتاج لعمل تعديلات طفيفة على دائرة التحكم المستنتجة بالطريقة التتابعية كما فى هذا التمرين. وذلك حتى لا تتجاوز عدد ريش كل مفتاح نهاية مشوار عن (NO + NC).

ففى هذا التمرين الذى نحن بصدده استخدمنا مفتاح نهاية المشوار SQ4 ولم نستخدم SQ2 كمفتاح نهاية مشوار لبدء المجموعة الثالثة؛ والسبب فى ذلك تكرار SQ2 كمفتاح نهاية مشوار لبدء الحركة الثانية. وأيضاً استخدمنا مفتاح نهاية المشوار SQ7 بالإضافة إلى SQ1 كمفتاح بدء المجموعة الأولى وذلك لعدم وجود مكان مناسب للمفتاح SQ7 عدا هذا المكان.

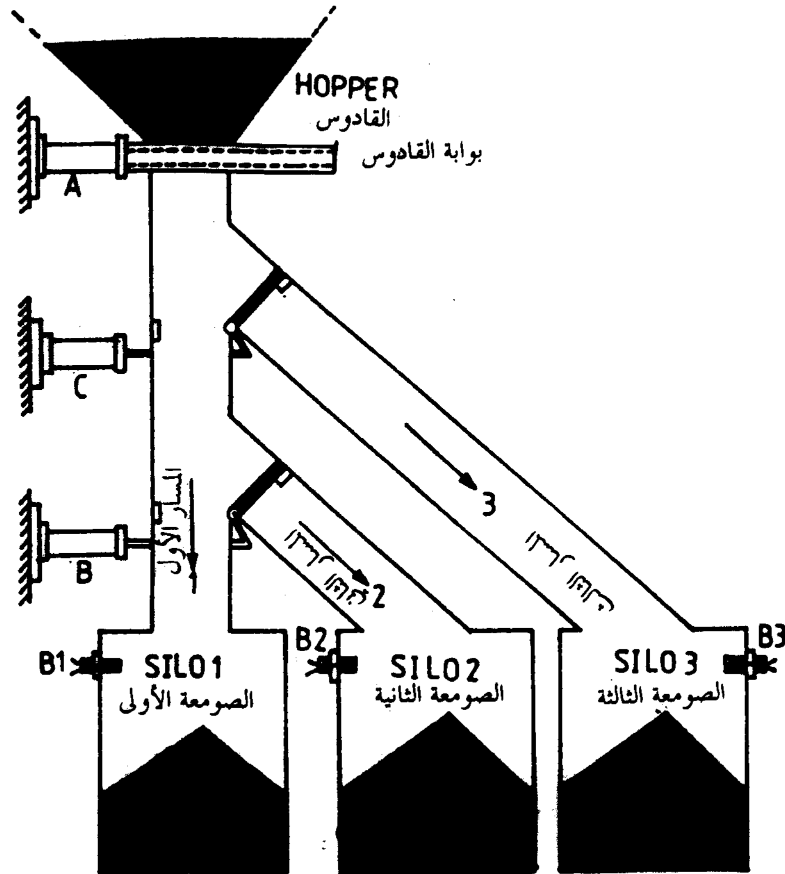
وفى الشكل (٤ – ٢٣) دائرة التحكم الكهربية المستنتجة بطريقة التشغيل التتابعى.


+
-
F1
S0
SQ1
SQ7
KA1
KA3
KA2
SQ6
KA2
KA1
KA3
SQ4
KA3
KA2
KA1
S0
KA1
KA2
KA3
1
2
3
SQ2
SQ5
SQ8
SQ3
KA1
KA2
KA3
Y1
A+
Y5
C+
Y6
C-
Y7
D+
Y3
B+
Y4
B-
Y2
A-
Y8
D-

الشكل (٤ – ٢٣)

٤ / ٨ – وحدة توزيع المنتج النهائى على صوامع التعبئة :

الشكل (٤ – ٢٤) يعرض المخطط التقنى لهذه الوحدة وتتكون هذه الوحدة من: قادوس يتجمع فيه المنتج النهائى بعد إتمام عملية التصنيع، ويوجد بوابة تعمل بالهواء المضغوط تتحكم فى فتح وغلق القادوس لمرور المنتج النهائى لإحدى صوامع التعبئة 3 ,2 ,1 . ويمكن التحكم فى اختيار إحدى الصوامع الثلاثة باستخدام بوابتى المسار 3 ,2 علما بأن الصوامع الثلاثة تستخدم مفاتيح تقاربية أعلى الصوامع وذلك لغلق بوابة القادوس عند امتلاء الصومعة المستقبلة للمنتج.

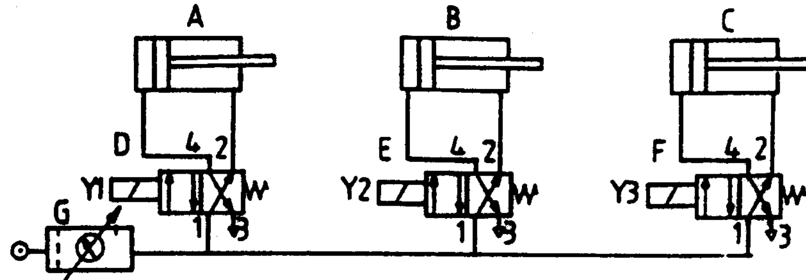


الشكل (٤ – ٢٤)

والشكل (٤ – ٢٥) يبين الدائرة الهوائية لوحدة توزيع المنتج النهائى على صوامع التعبئة.

محتويات الدائرة الهوائية :

أسطوانة بوابة القادوس	A
أسطوانة بوابة المسار 2	B
أسطوانة بوابة المسار 3	C
صمامات اتجاهية 4/2 بملف وياى	D, E, F
وحدة الخدمة	G



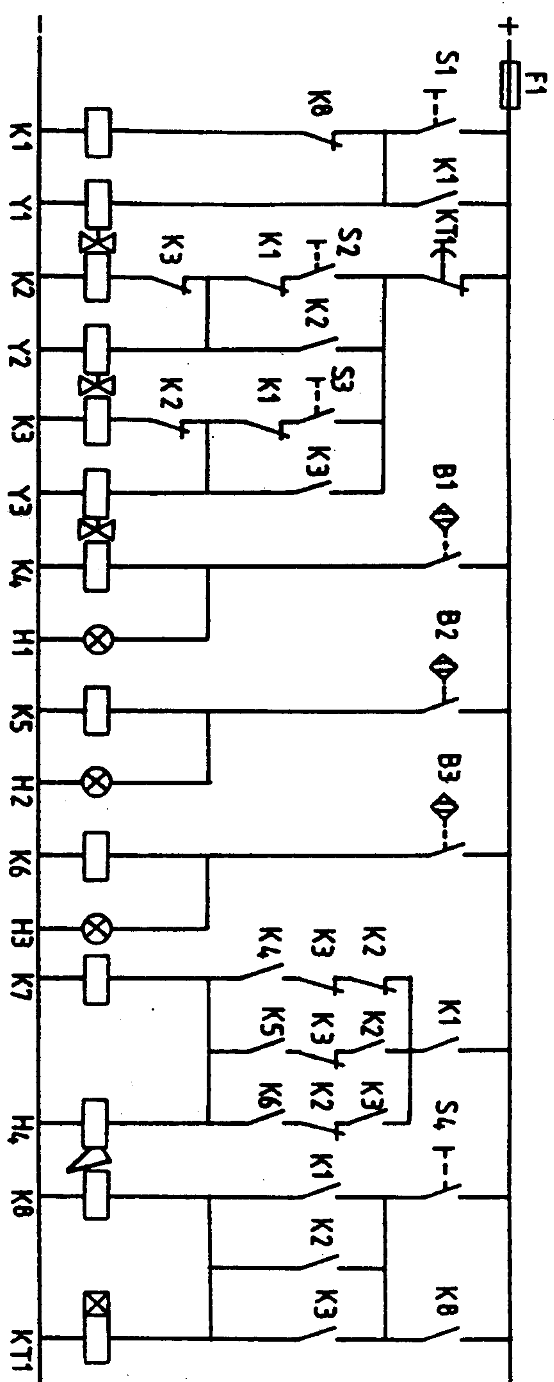
الشكل (٤ – ٢٥)

والشكل (٤ – ٢٦) يبين دائرة التحكم الكهربية لوحدة توزيع المنتج النهائى على صوامع التعبئة.

محتويات دائرة التحكم الكهربية :

مصهر حماية دائرة التحكم من القصر	F1
ضاغط فتح بوابة القادوس	S1
ضاغط فتح بوابة المسار 2	S2
ضاغط فتح بوابة المسار 3	S3

ضاغط إزالة الإنذار الصوتى وإيقاف الوحدة	S4
مفتاح تقاربى لمراقبة ملء الصومعة 1	B1
مفتاح تقاربى لمراقبة ملء الصومعة 2	B2
مفتاح تقاربى لمراقبة ملء الصومعة 3	B3
ريلاى القادوس	K1
ريلاى المسار 2	K2
ريلاى المسار 3	K3
ريلاى امتلاء الصومعة 1	K4
ريلاى امتلاء الصومعة 2	K5
ريلاى امتلاء الصومعة 3	K6
مؤقت زمنى لضبط زمن تفريغ المسارات	KT1
لمبة بيان امتلاء الصومعة 1	H1
لمبة بيان امتلاء الصومعة 2	H2
لمبة بيان امتلاء الصومعة 3	H3
هورن الإنذار الصوتى	H4
ملفات الصمامات الاتجاهية	Y1, Y2, Y3
ريلاى الإنذار	K7
ريلاى إزالة الإنذار الصوتى وإيقاف الوحدة	K8


+
F1
S1
K8
K1
KT1
S2
K1
K3
K2
S3
K1
K2
K3
B1
B2
B3
K2
K3
K4
K1
K2
K3
K5
S4
K3
K2
K6
K1
K2
K8
K3
K1
Y1
K2
Y2
K3
Y3
K4
H1
K5
H2
K6
H3
K7
H4
K8
KT1

الشكل (٤-٢٦)

والجدير بالذكر أن طريقة عمل هذه الوحدة ليست طريقة تتابعية ولكنها تعتمد على ظروف تشغيل معينة لذلك استخدمت طريقة المحاولة والخطأ في استنتاج دوائرها.

نظرية التشغيل:

هناك ثلاثة احتمالات ممكنة لتشغيل هذه الوحدة وهي كما يلي:

١ - ملء الصومعة 1 وذلك بالضغط على S1 فيعمل (K1, Y1) فتفتح بوابة القادوس، وتنزل الخامات من القادوس مروراً بالمسار 1 لملء الصومعة 1، وعند امتلاء الصومعة يعمل B1، وبالتالي يعمل (K4, H1) وتباعاً يعمل (K7, H4)، فيحدث إنذار صوتي وضوئي، وعند انتباه المشغل يقوم بإيقاف الإنذار الصوتي بالضغط على S4 فيعمل (K8, KT1)، وتباعاً يفصل K1 ثم يفصل (K8, K7, H4) ويتوقف الإنذار الصوتي بينما يستمر الإنذار الضوئي بإضاءة اللمبة H4 إشارة على أن الصومعة 1 ممتلئة.

٢ - ملء الصومعة 2 وذلك بالضغط على S2 فيعمل (K2, Y2) ويفتح المسار 2، وعند الضغط على S1 يعمل (K1, Y1)، وتفتح بوابة القادوس لتنزل الخامات من القادوس مروراً بالمسار 2 لملء الصومعة 2، وعند امتلاء الصومعة يعمل B2، وبالتالي يعمل (K5, H2)، ثم يعمل (K7, H4)، ويحدث إنذار صوتي وضوئي، وعند انتباه المشغل بامتلاء الصومعة يقوم بالضغط على S4 فيعمل (K8, KT1) وتباعاً يفصل (K1, Y1) وتغلق بوابة القادوس ثم يفصل (K7, H4) ويتوقف الإنذار الصوتي، وبعد مرور الزمن المعاير عليه KT1 وهو زمن تفريغ المسارات من الخامات تفتح الريشة المغلقة للمؤقت فيفصل (K2, K3, Y2, Y3) وتتوقف الوحدة مع بقاء الإنذار الضوئي بإضاءة اللمبة H4 إشارة على أن الصومعة 2 ممتلئة.

٣ - ملء الصومعة 3 بالضغط على S3، فيعمل (K3, Y3) ويفتح المسار 3 وعند الضغط على S1 يعمل (K1, Y1) وتفتح بوابة القادوس لتنزل الخامات من القادوس مروراً بالمسار 3 لملء الصومعة 3، وعند امتلاء الصومعة يعمل B3، وبالتالي يعمل (K6, H3)، وتباعاً يعمل (K7, H4) فيحدث إنذار صوتي

وضـوئى وعند انتبـاه المشـغل يقـوم بالضـغـط على S4 لإسـكات الإنـذار الصـوتى فـيـعـمـل (K8, KT1)، وتبـاعـاً يفـصـل (K1, Y1) وتغلـق بوابـة القـادوس ثم يفـصـل (K7, H4) ويتـوقف الإنذار الصـوتى وبعـد مـرور الزمن المعاير عليـه المؤقت KT1 واللازم لتـفريغ المسارات من الخامات تفتح الريشـة المغلقـة للمؤقت فيفصل (K2, K3, Y2, Y3) وتتوقف الوحدة مع بقاء الإنذار الضوئى ببقاء لمبة البيان H3 مضيئة للإشارة بأن الصومعة 3 ممتلئة.

والجدير بالذكر أنه يمكن إيقاف الوحدة فى الظروف المعتادة بالضغط على S4 فيعمل (K8, KT1) فيفصل (K1, Y1) وتغلق بوابة القادوس، وبعد مرور الزمن المعاير عليه KT1 واللازم لتفريغ المسارات من الخامات تفصل (K2, K3, Y2, Y3) وتتوقف الوحدة.

الباب الخامس

أجهزة التحكم المبرمج PLC'S

أجهزة التحكم المبرمج PLC'S

٥ / ١- مقدمة :

إن PLC هى اخــتــصـــار programmable logic controllers وهى أجــهـــزة إلكترونية تستخدم ذاكرة قابلة للبرمجة لتخزين برنامج التشغيل، والذى يتكون من مـجـمـوعـة من الأوامر لتـحـقـيق وظائف مـعـينة مـثل: البـوابات المنطقـيـة والقـلابات والمؤقتات الزمنية والعدادات ... إلخ وذلك للتحكم فى العمليات الصناعية وآلات الورش. **وتتكون أجهزة التحكم المبرمج من أربعة عناصر أساسية وهى:**

١- وحدة المعالجة المركزية CPU وهى المسئولة عن تنفيذ برنامج التشغيل وإعطاء أوامر التشغيل لعناصر الفعل مثل: المفاتيح الكهرومغناطيسية ولمبات البيان وملفات الصمامات الاتجاهية والسخانات الكهربية ... إلخ.

٢- الذاكرة Memory وتنقسم إلى نوعين وهما:

أ- ذاكرة القراءة والكتابة العشوائية RAM ويخزن فيها برنامج التشغيل المدخل من قبل المستخدم وكذلك حالة المداخل اللحظية وجميع البيانات المدخلة للجهاز.

ب- ذاكرة القراءة العشوائية ROM وتحتوى على نظام التشغيل للجهاز ولا يمكن للمستخدم الوصول لمحتوياتها.

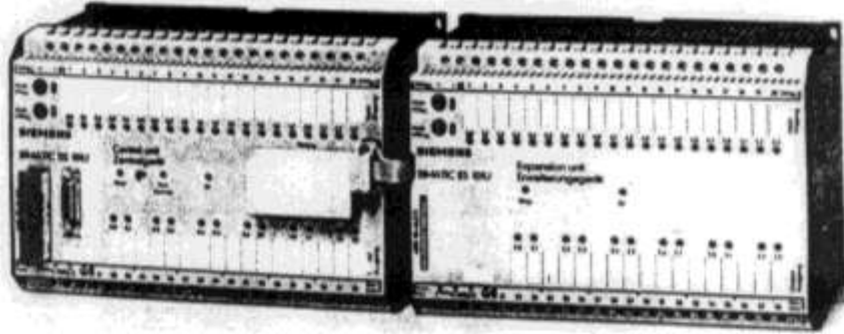
٣- وحدة ربط المداخل Input Interpace :

حيث تقوم بتقليل الجهود القادمة من أجهزة مداخل جهاز التحكم المبرمج مثل: الضواغط والمفاتيح المختلفة لتناسب وحدة المعالجة المركزية.

٤- وحدة ربط المخارج output Interface حيث تقوم هذه الوحدة بوضع جهد إشارات التشغيل القادمة إليها من وحدة المعالجة المركزية CPU ليناسب عمل أجهزة مخارج أجهزة التحكم المبرمج مثل: المفاتيح الكهرومغناطيسية وملفات الصمامات الاتجاهية ولمبات البيان وأجهزة الإنذار الصوتية .. إلخ.

وهناك نوعان من أجهزة التحكم المبرمج من حيث التركيب وهما:

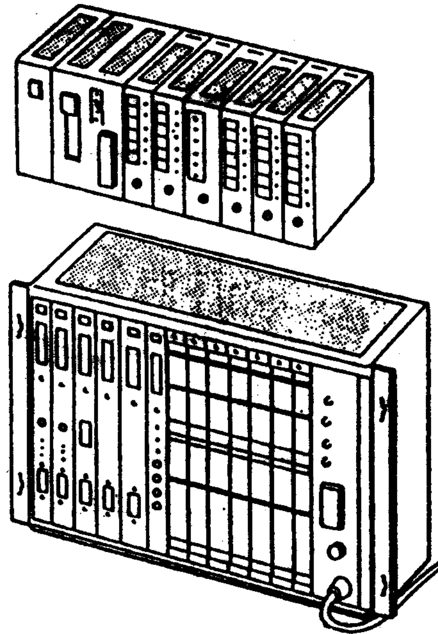
١- أجهزة تحكم مبرمج متكاملة Compact PLC حيث توضع جميع الأجزاء المكونة لجهاز PLC فى غلاف واحد والشكل (٥-١) يعرض نموذجًا لجهاز تحكم مبرمج متكامل من صناعة شركة Siemens طراز S5-101u وموصل معه وحدة توسعة لزيادة عدد المداخل والمخارج فالجهاز الأساسى (الأيسر) يحتوى على بايت ونصف مخارج وعدد **2.5** بايت مداخل وبالمثل فإن وحدة التوسعة (اليمنى) تحتوى على بايت ونصف مخارج وعدد **2.5** بايت مداخل.



الشكل (٥-١)

٢- أجهزة تحكم مبرمج مجزأة Moduled PLC'S حيث يخصص غلاف لكل عنصر من العناصر المكونة لجهاز التحكم المبرمج فيوجد موديول لمصدر القدرة Power Supply وموديول لوحدة المعالجة المركزية CPU وموديول مداخل رقمية Digital output ... إلخ.

والشكل (٥-٢) يعرض نماذج لأجهزة تحكم مبرمج من النوع المجزأ.



الشكل (٥-٢)

والشكل (٥-٣) يبين مخطط توضيحى لجهاز تحكم مبرمج من النوع المتكامل مزود بعدد 2 بايت مداخل وهى :

I0.0, I0.1, ... I0.7

I1.0, I1.1, ... I1.7

وعدد بايت ونصف مخارج وهى :

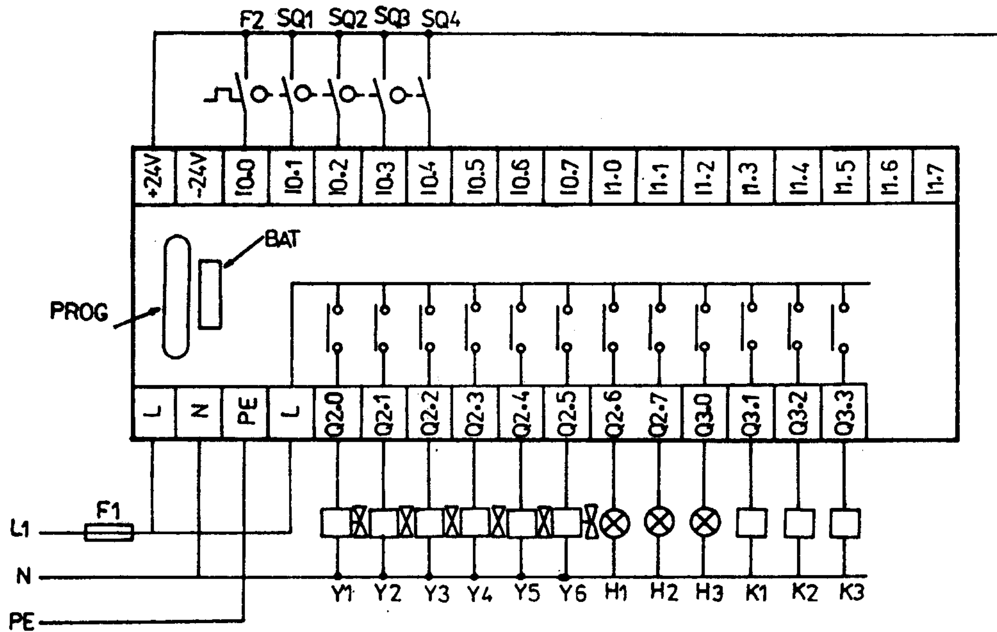
Q2.0, Q2.1, ... Q2.7

Q3.0, Q3.1, Q3.2, Q3.3

وكذلك فإن هذا الشكل يوضح طريقة توصيل أجهزة المداخل الرقمية ,F2, SQ1 SQ2, SQ3, SQ4 بمداخل الجهاز حيث يتم تغذيتها بجهد +24V من مصدر جهد داخلى بالجهاز .

وكذلك فإن هذا الشكل يوضح طريقة توصيل أجهزة المخارج الرقمية ,Y1, Y2 Y3, Y4, Y5, Y6, H1, H2 .... بمخارج الجهاز .

وكذلك طريقة تغذية هذا الجهاز بمصدر جهد220V متردد .



الشكل (٥-٣)

علماً بأن جهاز التحكم المبرمج مزود بمكان لوضع بطارية ليثيوم **BAT** للمحافظة على برنامج التشغيل المخزن فى ذاكرة **RAM** من الفقدان عند انقطاع التيار الكهربى.

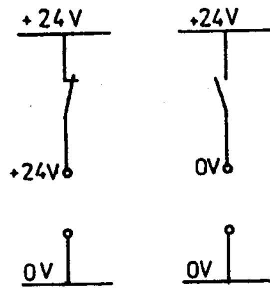
وكذلك فهو مزود بمكان لتثبيت كابل وحدة البرمجة **Programer** حتى يمكن إدخال برنامج التشغيل بواسطة وحدة البرمجة.

٥ / ٢- مصطلحات فنية :

فيما يلى المصطلحات الفنية المستخدمة مع أجهزة التحكم المبرمج **PLC'S**:

١- الإشارة الرقمية **Digital Signal**:

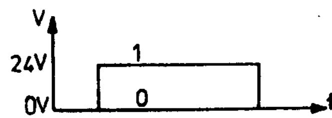
وهى إشارة جهد وتكون قيمة جهد الإشارة الرقمية 24V أو 0V على سبيل المثال الجهد المنقول عبر ريشة تلامس فإذا كانت ريشة التلامس مفتوحة كان الجهد المنقول 0V، وإذا كانت الريشة مغلقة كان الجهد المنقول +24V كما هو مبين بالشكل (٥-٤).



الشكل (٥-٤)

٢- حالة الإشارة الرقمية **Digital Signal State**:

إذا كان جهد الإشارة الرقمية 0V يقال: إن حالة الإشارة 0، وإذا كان جهد الإشارة الرقمية +24V يقال إن حالة الإشارة الرقمية 1 كما هو مبين بالشكل (٥-٥).



الشكل (٥-٥)

٣- الخانة (البت) **Bit**:

وهى مكان تخزين حالة إشارة رقمية واحدة إما 0 أو 1 كما بالشكل (٥-٦).



الشكل (٥-٦)

٤- البايت Byte:

يتكون البايت من ثمانى خانات 8 bits يخزن فيها حالة ثمانى إشارات رقمية كما بالشكل (٥-٧).

0	1	1	1	0	0	1

الشكل (٥-٧)

٥- الكلمة Word:

تتكون الكلمة من 16 خانة يخزن فيها حالة 16 إشارة رقمية أى أن الكلمة تتكون من عدد 2 بايت.

٦- وحدات التخزين الداخلية Flags:

ويطلق عليها أعلام Flags أو ريليهات داخلية Internal relays أو وحدات الذاكرة الداخلية Markers، وتتكون وحدة التخزين الداخلية من خانة واحدة bit ويخزن فيها حالة العمليات الوسيطة فى صورة 1 أو0، وهذه الوحدات تأخذ الرمز F أو M ويستخدم النظام الثمانى لترقيم وحدات التخزين الداخلية على سبيل المثال:

F0.0, F0.1, F0.2, ..., F0.7

F1.0, F1.1, F1.2, ..., F1.7

:

F100.0, F100.1, ..., F100.7

٧- النظام الثنائى Binary System:

ويستخدم هذا النظام للتعبير عن حالة الأشياء التى تتواجد فى حالتين فقط فمثلاً المصباح الكهربى عندما يضىء تكون حالته 1 (بالنظام الثنائى) وعندما يكون معتمًا تكون حالته 0 (بالنظام الثنائى) وهكذا.

٨- **النظام الثمانى Octal System :**

ويتكون هذا النظام من ثمانية أعداد وهى 7....... ,0,1,2، ويستخدم هذا النظام فى ترقيم المداخل والمخارج ووحدات الذاكرة الداخلية لأجهزة التحكم المبرمج.

٩- **النظام العشرى Decimal System :**

ويتكون هذا النظام من عشرة أعداد وهى 9........,0,1 ويستخدم هذا النظام فى حياتنا اليومية فى العد.

١٠- **النظام العشرى المكود ثنائياً BCD :**

ويستخدم هذا النظام فى تمثيل أى عدد عشرى فى صورة ثنائية، حيث يمثل أى عدد عشرى مكون من خانة واحدة من أربع خانات ثنائية، والجدول (٥-١) يبين الأعداد العشرية ومكافئها العشرى المكود ثنائياً PCD :

الجدول (٥-١)

BCD	العدد العشرى	BCD	العدد العشرى
0101	5	0000	0
0110	6	0001	1
0111	7	0010	2
10000	8	0011	3
1001	9	0100	4

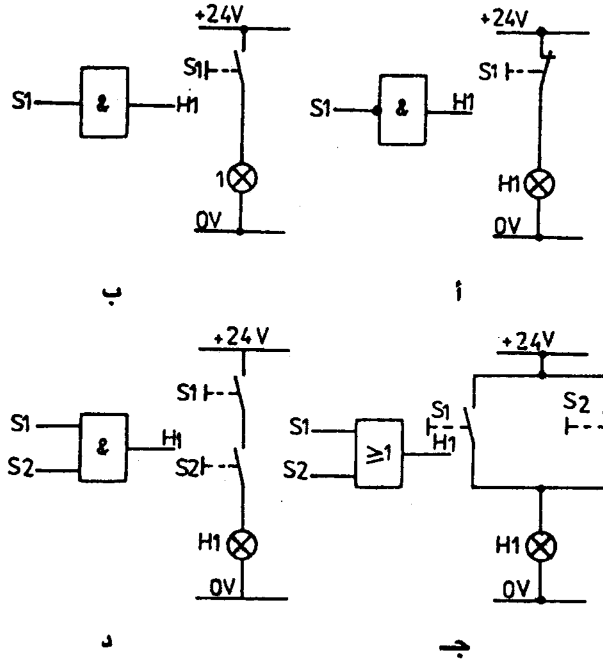
مثال: العدد (65) عشرى يكافئ BCD (0101 0110).

١١- **البوابات المنطقية Logic gates :**

وهى دوائر متكاملة إلكترونية Intergerated Circuits لها بعض الخواص ويمكن محاكاتها بالمفاتيح كما بالشكل (٥-٨).

ففى الشكل (أ) فإن اللمبة H1 تضيء فى الحالة العادية وتنطفئ عند الضغط على الضاغط S1 تساوى 0 والعكس بالعكس، ويمكن تمثيل ذلك ببوابة Not مدخلها S1 ومخرجها H1.

وفى الشكل (ب) فإن اللمبة H1 تضيء عند الضغط على الضاغط S1 وتنطفئ عند إعادة الضاغط S1 لوضعه الطبيعي. أى أن حالة H1 تكون 1 عندما يكون حالة S1 مساوية 1 والعكس بالعكس، ويمكن تمثيل ذلك ببوابة YES مدخلها S1 ومخرجها H1.



الشكل (٥-٨)

وفى الشكل (جـ) فإن اللمبة H1 تضيء عند الضغط على الضاغط S1 أو الضاغط S2 أو كليهما معًا. أى أن حالة H1 تكون 1 إذا كان حالة الضاغط S1 أو الضاغط S2 أو كليهما يساوى 1، ويمكن تمثيل ذلك ببوابة OR مداخلها S1 و S2 ومخرجها H1.

وفى الشكل (د) فإن اللمبة H1 تضىء عند الضغط على الضاغط S1 والضاغط S2 فقط، أى أن حالة H1 تكون 1 إذا كان حالة S1 و S1 مساوية 1 ويمكن تمثيل ذلك ببوابة AND مداخلها S2 و S1 ومخرجها H1.

٥ / ٣- لغات أجهزة التحكم المبرمج :

إن لغات أجهزة التحكم المبرمج هى لغات منخفضة المستوى Low level Languages. وفيما يلى أهم لغات أجهزة التحكم المبرمج :

١- الشكل السلمى Ladder diagram وهى تشبه دوائر التحكم الأمريكية حيث تحتوى على ريش مفتوحة وأخرى مغلقة وكذلك تحتوى على مخارج تشبه ملفات الكونتاكتورات، ولقد قامت الشركات المصنعة لأجهزة التحكم المبرمج بتطوير هذه اللغة بإضافة بعض البلوكات الوظيفية والتى يختلف فى نظمها من شركة لأخرى على سبيل المثال المؤقتات الزمنية والعدادات وعمليات المقارنة والعمليات الحسابية .... إلخ.

٢- قائمة الجمل Statment List : وتتكون هذه اللغة من عنصرين وهما : العملية والبيانات على سبيل المثال AI0.0 فالعملية هى عملية AND (A) والبيانات هى المدخل I0.0 .

٣- الشكل المنطقى CSF : وهذه اللغة تستخدم فى بنائها الرموز المنطقية للبوابات المنطقية، وكذلك بعض البلوكات الوظيفية والتى تختلف فى نظمها من شركة لأخرى مثل : المؤقتات الزمنية والعدادات وعمليات المقارنة والعمليات الحسابية ... إلخ.

٤- خريطة التدفق التتابعية Gratcet وهذه اللغة تستخدم لعمل برامج العمليات الصناعية والتى تتكون من مجموعة من المراحل المتتابعة، وهى تشبه لحد كبير خرائط التدفق المستخدمة أثناء إعداد برامج الكمبيوتر.

وسوف نتناول فى هذا الكتاب لغة Step 5 لشركة Siemens.

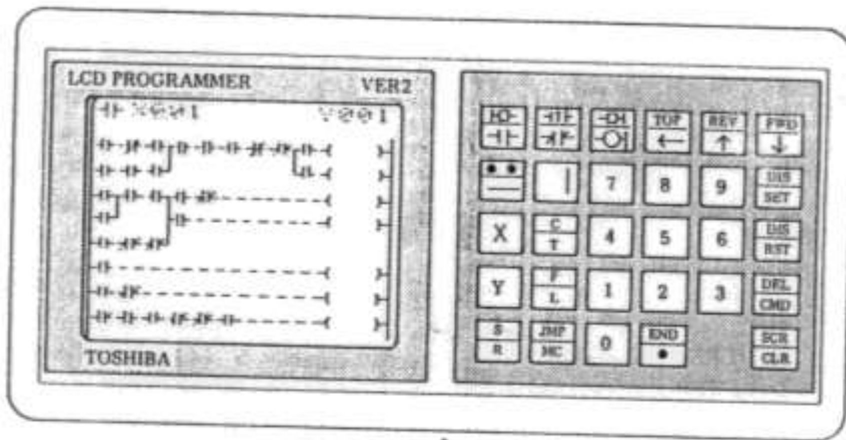
٥ / ٣ / ١- أجهزة البرمجة :

تقوم أجهزة البرمجة بإدخال برنامج التشغيل ليستقر داخل ذاكرة RAM لأجهزة التحكم المبرمج. وهناك عدة أنواع من أجهزة التحكم المبرمج وهى كالآتى :

١- جهاز برمجة يحمل باليد، ويدخل البرنامج على هيئة قائمة جمل STL فى العادة.

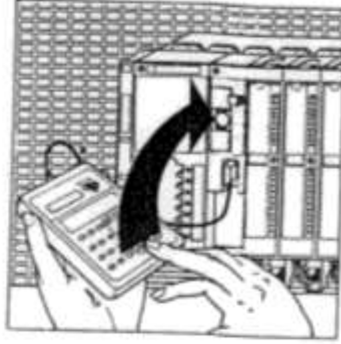
٢- جهاز برمجة يثبت فوق المكتب ويدخل البرنامج بأى لغة من لغات أجهزة التحكم المبرمج.

٣- جهاز كمبيوتر يتم تحميله ببرنامج معد من قبل الشركة المصنعة لجهازPLC ، وفى هذه الحالة يمكن تخزين برنامج التشغيل على القرص الصلب للكمبيوتر أو على قرص مرن بأي لغة والشكل (٥-٩) يعرض نموذجًا لجهاز برمجة يثبت على المكتب مصنع بشركة توشيبا يعمل بلغة الشكل السلمى.



الشكل (٥-٩)

والشكل (٥-١٠) طريقة إدخال برنامج التشغيل فى صورة قائمة الجمل STL باستخدام جهاز برمجة يحمل باليد من صناعة شركة Telemecanique.



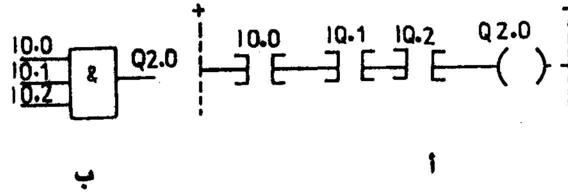
الشكل (٥-١٠)

٥/٤- العمليات الثنائية Binary Logic Operation:

وهى العمليات التى كانت تجرى فى نظم التحكم بالريلهات الكهرومغناطيسية مثل: بوابة NOT وبوابة YES، وبوابة AND، وبوابة OR، والقلاب R-S (Flip Flop).

٥/٤/١- بوابة AND:

الشكل (٥-١١) يبين الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (ب) لبوابة AND بثلاثة مداخل وهى I0.0, I0.1, I0.2 والمخرج Q2.0.

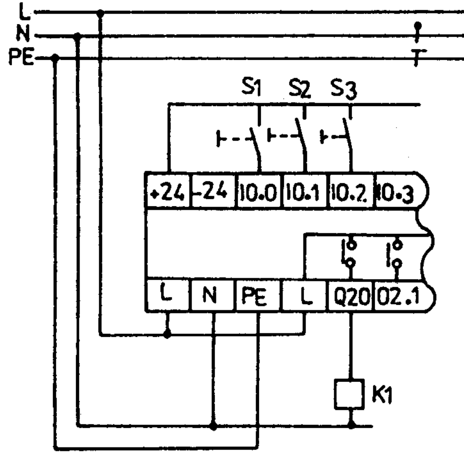


الشكل (٥-١١)

وفيما يلى قائمة الجمل STL:

البيانات	العملية
I0.0	A
I0.1	A
I0.2	A
Q2.0	=

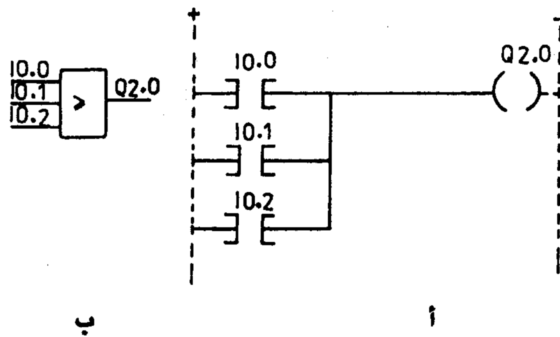
وبالشكل (٥-١٢) مخطط التوصيل مع جهاز PLC باستخدام ثلاثة أجهزة مداخل وهى S1, S2, S3 والكونتاكتور K1 كجهاز مخارج فعند الضغط على الضواغط S1, S2, S3 فى آن واحد يصل جهد كهربى ومقداره 24V+ إلى المداخل I0.0, I0.1, I0.2 لجهاز PLC فتنعكس حالة هذه المداخل فى الشكل السلمى فتصبح الريش المفتوحة مغلقة فيمر تيار كهربى من القطب الموجب إلى القطب السالب فيعمل الريلاى الداخلى Q2.0 لجهاز PLC ويصبح جهد المخرج Q2.0 مساوياً لجهد الوجه L فيكتمل مسار التيار للملف الكونتاكتور K1، ويعمل الكونتاكتور ولكن بمجرد إزالة الضغط عن أحد الضواغط الثلاثة ينقطع مسار التيار للمخرج Q2.0 وتباعاً يصبح جهد المخرج Q2.0 صفراً وينقطع مسار تيار الكونتاكتور K1.



الشكل (٥-١٢)

٥ / ٤ / ٢- بوابة OR:

الشكل (٥-١٣) يبين الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب) لبوابة OR بثلاثة مداخل وهى: I0.0, I0.1, I0.2 والمخرج Q2.0.



الشكل (٥-١٣)

وفيما يلى قائمة الجمل لبوابة OR :

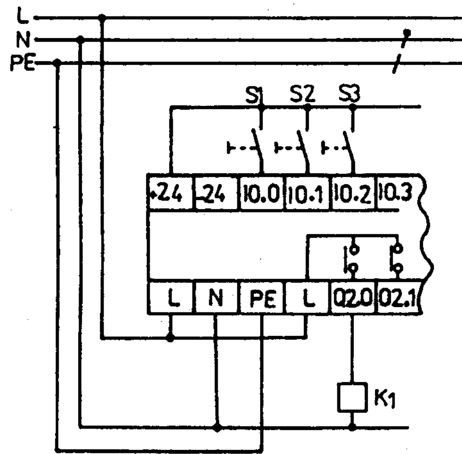
البيانات	العملية
I0.0	0.
I0.1	0.
I0.2	0.
Q2.0	=

وفى مخطط التوصيل مع جهاز PLC نستخدم ثلاثة أجهزة مداخل وهى S1, S2, S3 والكونتاكتور K1 كجهاز مخرج كما هو مبين بالشكل (٥-١٤)، ويكتمل مسار تيار الكونتاكتور K1 عند الضغط على أحد الضواغط S1, S2, S3 على الأقل.

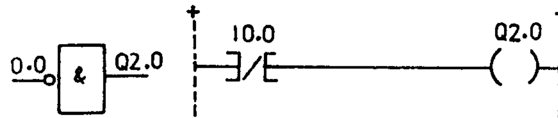
٥/٤/٣- بوابة النفى NOT:

الشكل (٥-١٥) يبين الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب).

لبوابة النفى NOT لها المدخل I0.0 والمخرج Q2.0.



الشكل (٥-١٤)



ب أ

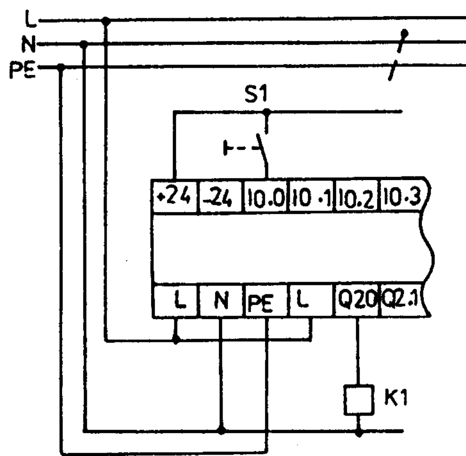
الشكل (٥-١٥)

وفيما يلى قائمة الجمل لبوابة النفى:

البيانات	العملية
I0.0	AN
Q2.0	=

والشكل (٥-١٦) يبين مخطط التوصيل مع جهاز PLC باستخدام الضاغط S1 كمدخل والكونتاكتور K1 كمخرج.

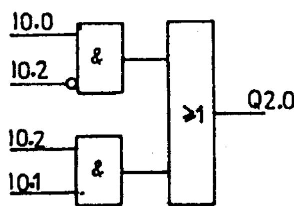
ويعمل الكونتاكتور K1 بمجرد توصيل التيار الكهربى لجهاز PLC وعمل تشغيل RUN للجهاز. ولكن عند الضغط على الضاغط S1 تصل إشارة عالية للمدخل I0.0 فتنعكس حالة المدخل I0.0 فى الشكل السلمى فتفتح الريشة وينقطع مسار تيار المخرج Q2.0 ومن ثم ينقطع التيار الكهربى عن الكونتاكتور K1.

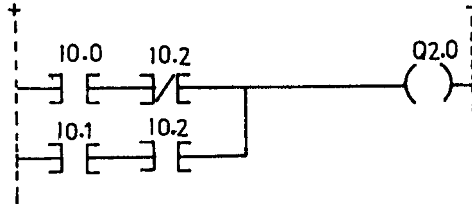


الشكل (٥-١٦)

٥ / ٤ / ٤- دائرة مركبة من بوابتين AND وبوابة OR:

الشكل (٥-١٧) يبين الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب) لدائرة مركبة من بوابتين AND وبوابة OR.





ب أ

الشكل (٥-١٧)

وفيما يلي قائمة الجمل بطريقتين مختلفتين :

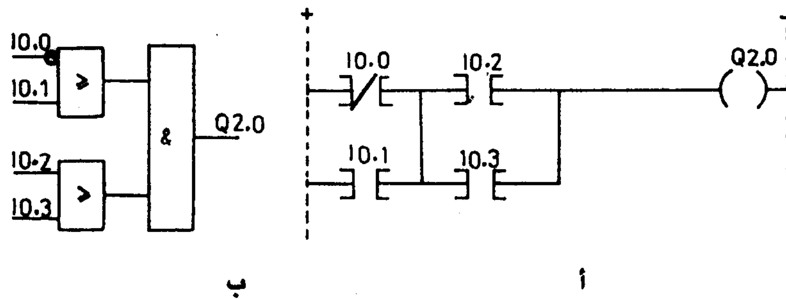
البيانات	العملية
	O(
I0.0	A
I0.2	AN
	)
	O(
I0.1	A
I0.2	A
	)
Q2.0	=

البيانات	العملية
I0.0	A
I0.2	AN
	O
I0.1	A
I0.2	A
Q2.0	=

ويمكن تنفيذ هذه الدائرة المركبة باستخدام ثلاثة ضواغط S1, S2, S3 والكونتاكتور K1 يتم توصيلهم بجهاز PLC تماماً كما هو مبين بالشكل (٥-١٤) والجدير بالذكر أن حالة المخرج Q2.0 تكون 1 أو عندما تكون حالة كل من I0.1, I0.2 مساوية 1، ويحدث ذلك عند الضغط على الضاغط S1 أو الضواغط S2, S3 أو جميع الضواغط S1, S2, S3 .

٥ / ٤ / ٥- دائرة مركبة تتكون من بوابتين OR وبوابة AND :

الشكل (٥-١٨) يبين الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب)، وذلك لدائرة مركبة تتكون من بوابتين OR وبوابة AND .



الشكل (٥-١٨)

وفيما يلي قائمة الجمل:

البيانات	العملية
	A(
I0.0	ON
I0.1	O.
	)
	A(
I0.2	O.
I0.3	O.
Q2.0	=

ويمكن تنفيذ هذه الدائرة المركبة باستخدام أربعة ضواغط مفتوحة ,S1, S2, S3 S4 توصل بالمداخل I0.0, I0.1, I0.2, I0.3 والكونتاكتور K1 يوصل بالمخرج Q2.0، والجدير بالذكر أن حالة المخرج Q2.0 تكون 1 عندما تكون حالة المدخل I0.2 مساوية 1 أو حالة المداخل I0.1, I0.3 مساوية 1، ويحدث ذلك بالضغط على الضاغط S3 أو الضاغطين S2, S4 .

ملاحظة هامة :

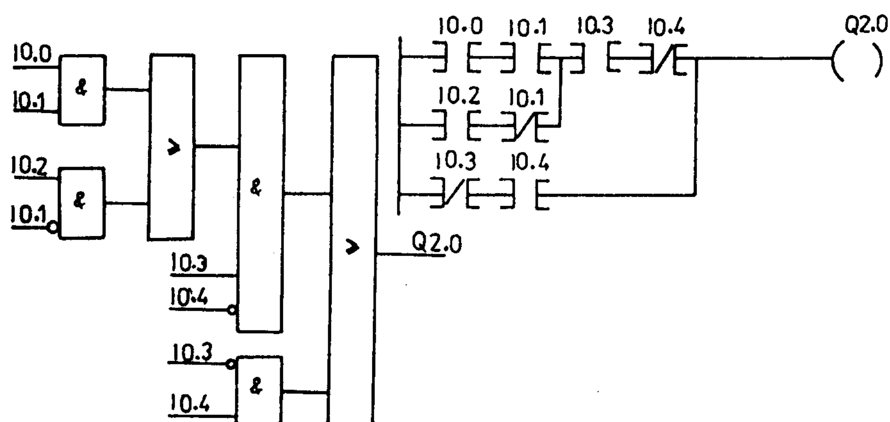
* تستخدم)A لعمل AND لما بين القوسين مع ناتج العملية المنطقية السابقة والذى يرمز له RLO .

* تستخدم)O لعمل OR لما بين القوسين مع ناتج العملية المنطقية السابقة RLO .

* تستخدم O لعمل OR بين بوابتين AND .

٥ / ٤ / ٦- دائرة مركبة تتكون من ست بوابات :

الشكل (٥-١٩) يعرض الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب) لدائرة مركبة تتكون من أربع بوابات AND وبوابتين OR .



ب أ

الشكل (٥-١٩)

وفيما يلى قائمة الجمل :

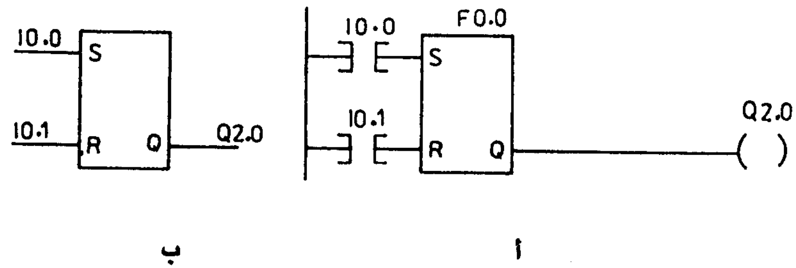
العملية	البيانات	العملية	البيانات
O(		)	
A(		A	I0.3
A	I0.0	AN	I0.4
A	I0.1	)	
O		O(	
A	I0.2	AN	I0.3
AN	I0.1	A	I0.4
		)	

ويمكن تنفيذ هذه الدائرة باستخدام خمس ضواغط بريش مفتوحة وهى ,S3 , S4, S5 موصلة مع المداخل I0.0, I0.1, I0.2, I0.3, I0.4 والكونتاكتور K1 موصل مع المخرج Q2.0 .

ويعمل K1 عند وصول إشارة عالية للمداخل I0.0, I0.1, I0.3 أو المداخل ,I0.2 I0.3 أو المدخل I0.4 .

٥ / ٤ / ٧- القلاب RS (RS Flip Flop) :

الشكل (٥-٢٠) يبين الشكل السلمى LAD (الشكل أ)، والشكل المنطقى CSF (الشكل ب) لقلاب RS بأفضلية للتحرير.



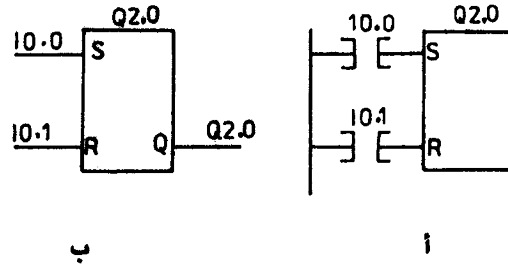
الشكل (٥-٢٠)

وفيما يلي قائمة الجمل STL :

المعاملات	العملية	المعاملات	العملية
F0.0	R	I0.0	A
F0.0	A	F0.0	S
Q2.0	=	I0.1	A

فعند وصول إشارة عالية للمدخل I0.0 تصل إشارة عالية لمدخل الإمساك S للقلاب فتكون حالة الذاكرة الداخلية F0.0 مساوية 1 وتستمر حالة F0.0 مساوية 1 حتى ولو أصبحت حالة المدخل I0.0 مساوية 0، ولكن بمجرد وصول إشارة عالية للمدخل I0.1 تصل إشارة عالية لمدخل التحرير للقلاب فتصبح حالة F0.0 مساوية 0 علمًا بأنه عند وصول إشارتين عاليتين للمدخلين I0.0, I0.1 تظل حالة العلم F0.0 مساوية 0 لأن هذا القلاب بأفضلية للتحرير Reset علمًا بأن حالة المخرج Q2.0 تكون عالية طالما أن حالة القلاب F0.0 مساويًا 1 .

والشكل (٥-٢١) يبين صورة أخرى لقلاب R-S ذات الأفضلية للتحرير بدون استخدام وحدة ذاكرة داخلية. ولتنفيذ هذا القلاب يتم توصيل الضاغط S1 مع المدخل I0.0 والضاغط S2 مع المدخل I0.1 والكونتاكتور K1 مع المخرج Q2.0 .



الشكل (٥-٢١)

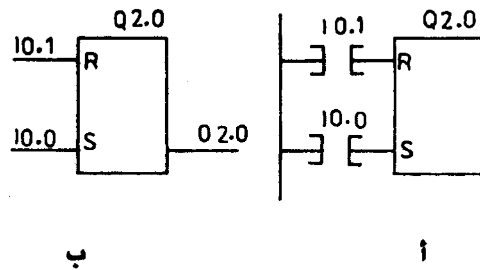
وفيما يلى قائمة الجمل STL :

العملية	المعاملات
A	I0.0
S	Q2.0
A	I0.1
R	Q2.0

فعند الضغط على الضاغط S1 تصل إشارة عالية للمدخل I0.0 فيحدث إمساكًا للقلاب Q2.0، وتصبح حالته 1 وعند الضغط على الضاغط S2 تصل إشارة عالية للمدخل I0.1 فيحدث تحريرًا للقلاب Q2.0 وتصبح حالته 0 ويعمل الكونتاكتور K1 عندما تكون حالة Q2.0 مساوية 1 .

وعند الضغط على الضاغطين S1, S2 فى آن واحد تصل إشارتين عاليتين لكل من I0.0, I0.1 . ونظرًا لأن الأفضلية للتحرير لذلك تظل حالة القلاب Q2.0 مساوية 0 .

والشكل (٥-٢٢) يبين الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب) لقلاب R-S بأفضلية للإمساك .



ب أ

الشكل (٥-٢٢)

وفيما يلى قائمة الجمل STL :

العملية	المعاملات
A	I0.1
R	Q2.0
A	I0.0
S	Q2.0

ولا تختلف نظرية تشغيل قلاب R-S فافضلية الإمساك عن قلاب R-S بافضلية التحرير عدا أنه عند الضغط على الضاغطين S1, S2 تصل إشارتين عاليتين للمدخلين I0.0, I0.1 ففى حالة قلاب R-S بافضلية للإمساك تصبح حالة القلاب Q2.0 مساوية 1 وبالتالى يعمل K1 .

٥ / ٥- المؤقتات الزمنية Timers :

تعتبر المؤقتات الزمنية هى أحد البلوكات الوظيفية المتاحة فى أجهزة PLC .

وهناك خمسة أنواع من المؤقتات الزمنية وهى :

١- مؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل ON - delay Timer

٢- مؤقت زمنى نبضى Pulse Timer

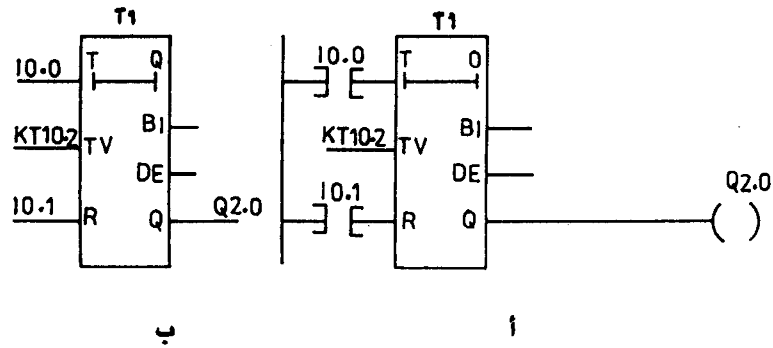
٣- مؤقت زمنى يؤخر عند الفصل OFF delay Timer

٤- مؤقت زمنى نبضى ممتد Extended Pulse Timer

٥- مؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل بإمساك Latching on delay Timer

٥ / ٥ / ١- المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند التوصيل Deloy on Timer :

الشكل (٥-٢٣) يعـرض الشكـل السلمى LA (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF لمؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل له خرج bit .



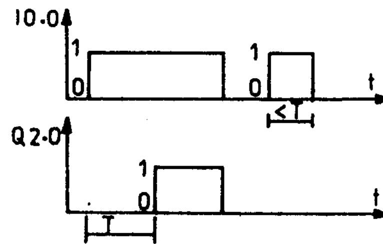
الشكل (٥-٢٣)

وفيما يلى قائمة الجمل STL :

العملية	المعاملات
A	I0.0
L	KT10.2
SD	T1
A	I0.1
R	T1
A	T1
=	Q2.0

والشكل (٥-٢٤) يبين المخطط الزمنى للمـؤقت الذى يؤخـر عند التـوصـيل. فـعندما تصبح حالة المدخل I0.0 عالية لمدة أكبر من زمن التأخير T المعاير عليه

المؤقت فإن خرج المؤقت Q2.0 يصبح عاليًا بعد مرور زمن التأخير T، ويظل عاليًا طالما أن حالة المدخل I0.0 عالية. وعند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير I0.1 تصبح حالة المخرج Q2.0 مساوية 0 فوراً.



الشكل (٥-٢٤)

ويكتب زمن تأخير المؤقت بالصورة KTX.Y، ويمكن تعيين قيمة الزمن من العلاقة

$$T = X. (T_B)$$

ويمكن تعيين زمن الأساس T_B بدلالة Y من الجدول (٥-٢).

الجدول (٥-٢)

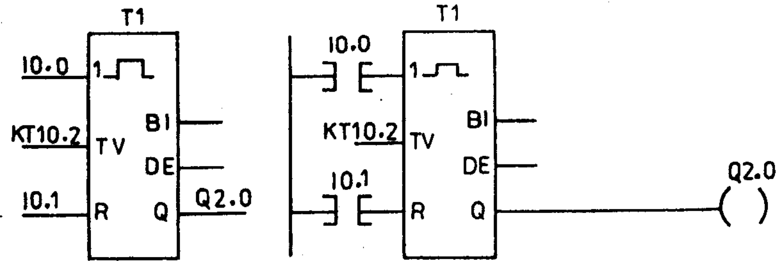
y	0	1	2	3
T_B	0.01S	0.1S	1S	10S

وفى هذه الحالة فإن زمن المؤقت يساوى:

$$T = 10 \times 1S = 10S$$

٥ / ٥ / ٢- المؤقت الزمنى النبضى Pulse Timer :

الشكل (٥-٢٥) يعرض الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب) لمؤقت زمنى نبضى له خرج خانة واحدة bit.



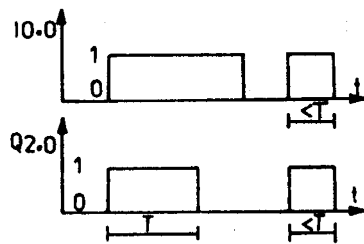
ب أ

الشكل (٥-٢٥)

وفيما يلى قائمة الجمل STL :

المعاملات	العملية
I0.0	A
KT10.2	L
T1	SP
I0.1	A
T1	R
T1	A
Q2.0	=

ويلاحظ أن قائمة الجمل لا تختلف عن المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند التوصيل إلا فى وظيفة المؤقت SPT1 بدلاً من SDT1. والشكل (٥-٢٦) يبين المخطط الزمنى للمؤقت الزمنى النبضى فعندما تكون حالة المدخل I0.0 عالية لمدة أكبر من زمن النبضة T المعاير

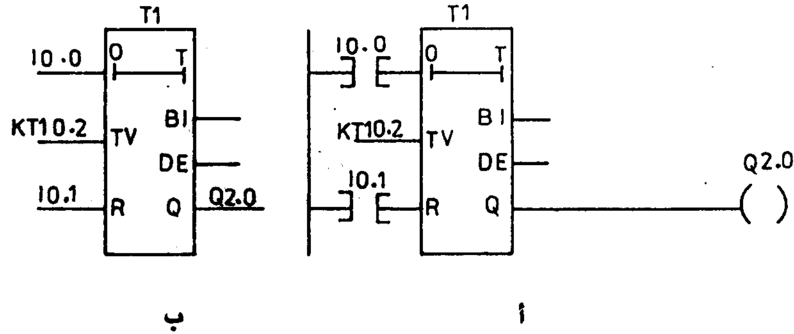


الشكل (٥-٢٦)

عليه المؤقت فإن خرج المؤقت Q2.0 يصبح عاليًا لمدة زمنية T وعند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير I0.1 تصبح حالة المخرج Q2.0 مساوية 0 فوراً.

٥ / ٥ / ٣- المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند الفصل OFF delay Timer :

الشكل (٥-٢٧) يعرض الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب) لمؤقت زمنى يؤخر عند الفصل له خرج خانة.



الشكل (٥-٢٧)

ولا تختلف قائمة الجمل STL عن قوائم الجمل للمؤقتات السابقة إلا فى وظيفة المؤقت والتى تكون SFT1. والشكل (٥-٢٨) يبين المخطط الزمنى للمؤقت الذى يؤخر عند الفصل فبمجرد وصول إشارة عالية للمدخل I0.0 تصبح حالة Q2.0 عالية، وعندما تصبح حالة المدخل I0.0 مساوية 0 تظل حالة المخرج Q2.0 عالية لمدة زمنية مقدارها T.

الشكل (٥-٢٨)

وكذلك عند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير I0.1 تصبح حالة المخرج Q2.0 مساوية 0 فوراً.

٥ / ٥ / ٤- المؤقت الزمنى النبضى الممتد Extended Pulse Timer :

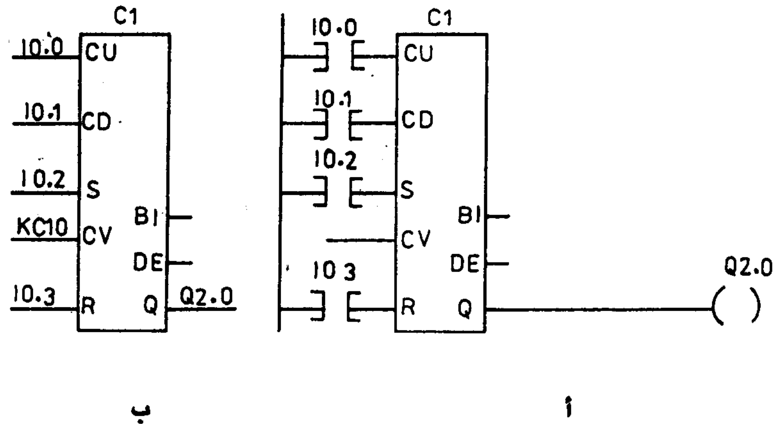
هو حالة خاصة من المؤقت النبضى فعند وصول إشارة عالية لمدخل المؤقت I0.0 ولو للحظة تخرج نبضة كاملة من المخرج Q2.0، ولا تختلف قائمة الجمل للمؤقت الزمنى النبضى الممتد عن العادى إلا فى الوظيفة والتى تكون SET1 بدلاً من SPT1.

٥ / ٥ / ٥- المؤقت الزمنى الذى يؤخر عند التوصيل بإمساك Latching on delay :

هو حالة خاصة من المؤقت الذى يؤخر عند التوصيل فعند وصول إشارة عالية لمدخل المؤقت I0.0 ولو للحظة تصبح حالة المخرج Q2.0 عالية بعد تأخير زمنى مقداره T، ولا تختلف قائمة الجمل للمؤقت الزمنى الذى يؤخر عند التوصيل بإمساك عن العادى إلا فى الوظيفة والتى تكون SST1 بدللاً من SDT1.

٥ / ٦- العدادات Counters :

الشكل (٥-٢٩) يبين الشكل السلمىLAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب) لعداد يمكن تشغيله تصاعديًا من المدخل I0.0 وتنازليًا من المدخل I0.1، ويتم تحميله بالعدد 10 من المدخل I0.2 ويتم تحرير من المدخل I0.3.

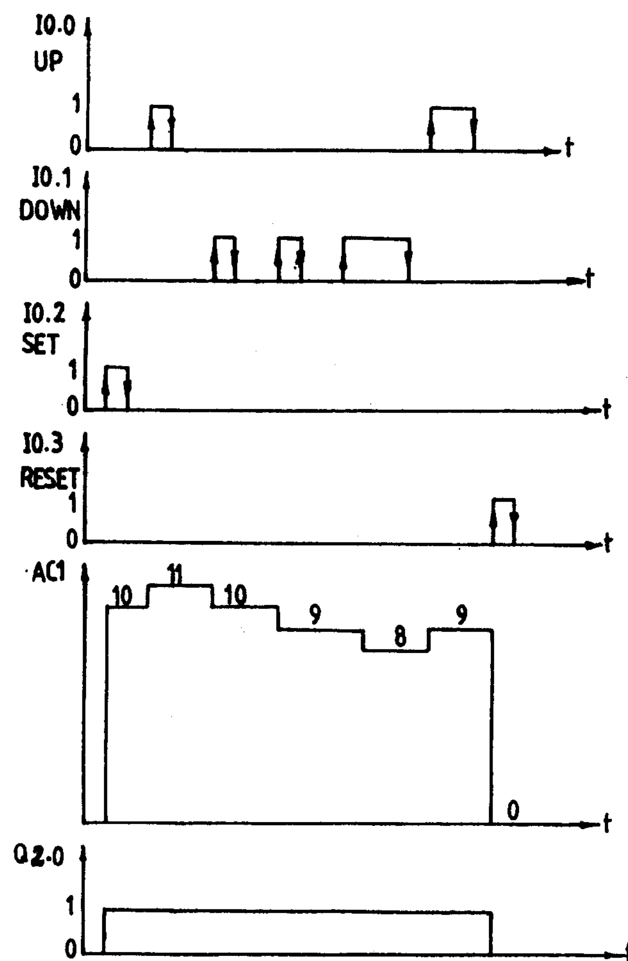


الشكل (٥-٢٩)

وفيما يلى قائمة الجمل STL :

البيانات	العملية
I0.0	A
C1	Cu
I0.1	A
C1	CD
I0.2	A
KC10	L
C1	S
I0.2	A
C1	R
C1	A
Q2.0	=

والشكل (٥-٣٠) يبين المخطط الزمنى لهذا العداد ويلاحظ من المخطط الزمنى أنه عندما تصل إشارة 1 لمدخل الإمساك I0.1 فإن العدد المحمل به العداد AC1 يصبح مساويًا 10 . وعند وصول إشارة عالية للمدخل التصاعدى I0.0 فإن العدد المحمل به العداد AC1 يزداد بمقدار 1 ويصبح 11، وعند وصول إشارة عالية للمدخل التنازلى I0.1 يقل العدد المحمل به العداد ليصبح مساويًا 10 . وعند وصول إشارة ثانية عالية للمدخل I0.1 يصبح العدد المحمل به العداد 9 وعند وصول إشارة ثالثة عالية للمدخل I0.1 يصبح العدد المحمل به العداد 8 . وعند وصول إشارة عالية للمدخل I0.0 يصبح العدد المحمل به العداد 9. وعند وصول إشارة عالية للمدخل I0.3 يحدث تحرير للعداد أى يصبح العدد المحمل به العداد صفرًا علمًا بأن مخرج العداد Q2.0 تكون حالته عالية طالما أن العدد المحمل به العداد أكبر من 0.

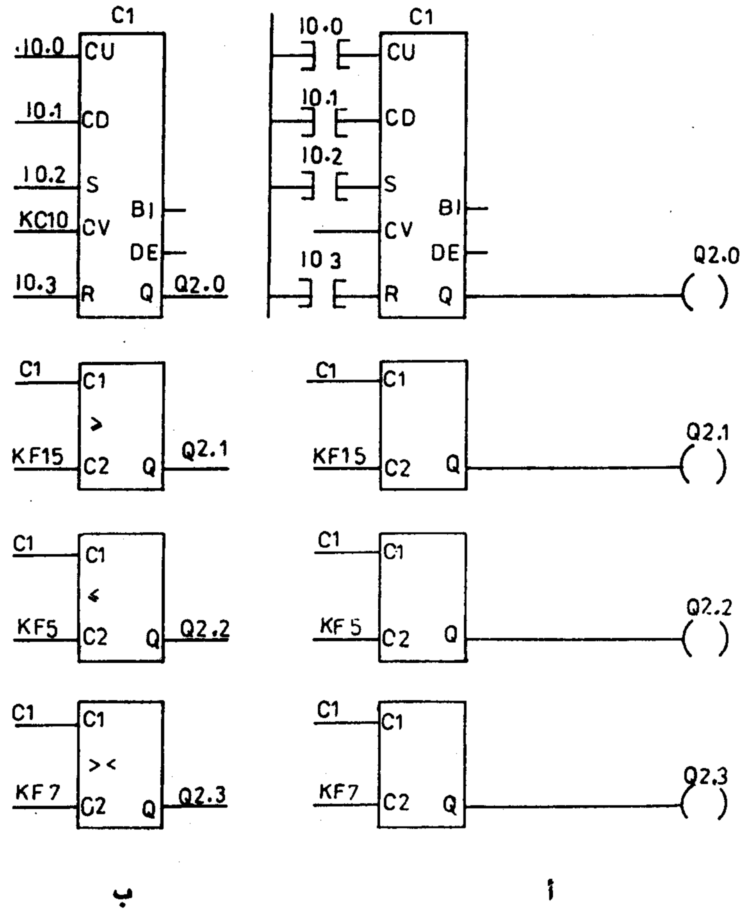


الشكل (٥-٣٠)

٥ / ٧- عمليات المقارنة Comparing :

يمكن إجراء عمليات مقارنة تساوى أو أكبر من أو أصغر من أو عدم تساوى أو أكبر من أو يساوى أو أصغر من أو يساوى بين أى ثابتين.

والشكل (٥-٣١) يبين الشكل السلمى LAD (الشكل أ) والشكل المنطقى CSF (الشكل ب) لعمليات مقارنة أكبر من أو يساوى ≥ أو أصغر من أو يساوى ≤ أو عدم تساوى > < بين العدد المحمل به العداد C1 مع ثوابت مختلفة.



الشكل (٥-٣١)

حيث تكون حالة المخرج Q2.0 عاليًا عندما يكون العداد محملاً بأى عدد، وتكون حالة المخرج Q2.1 عالية عندما يكون العداد محملاً بعدد أكبر من أو يساوى

15، وتكون حالة المخرج Q2.2 عاليًا عندما يكون العداد محملاً بعدد أصغر من أو يساوى 5، وتكون حالة المخرج Q2.3 عالية عندما يكون العداد محملاً بعدد لا يساوى 7. ويمكن التحكم فى قيمة العدد المحمل به العداد C1 بواسطة التحكم فى حالة المداخل I0.0, I0.1, I0.2, I0.3 كما سبق.

وفيما يلى قائمة الجمل STL:

العملية	البيانات	العملية	البيانات
A	I0.0	=	Q2.1
CU	C1		
A	I0.1	L	C1
CD	C1	L	KF5
A	I0.2	< = F	
L	KC10	=	Q2.2
S	C1		
A	I0.3	L	C1
R	C1	L	KF7
		> <F	Q2.3
L	C1	=	
L	KF15		
> = F			

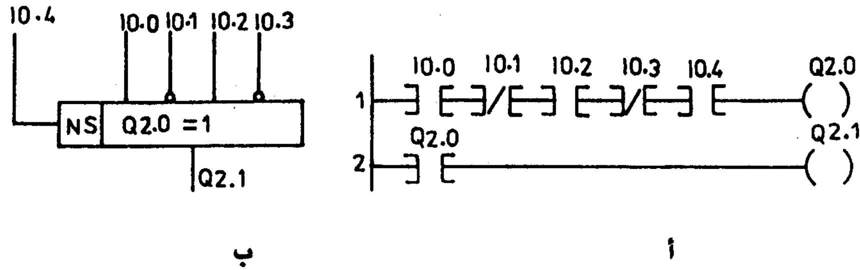
٥ / ٨- خريطة التشغيل التتابعى Grafcet:

تعتبر خريطة التشغيل التتابعى Grafcet أحد لغات أجهزة PLC. ولكننا فى هذه الفقرة سنتناولها من أجل تسهيل عملية استنتاج الشكل السلمى للعمليات الصناعية التى تتكون من مجموعة من المراحل المتعاقبة.

وتكتب أوامر التشغيل فى خريطة التشغيل التتابعى داخل مستطيل ضلعه العلوى والجانبى جهة اليسار تخص المداخل، وضلعه السفلى والجانبى جهة اليمين تخص المخارج، ويكتب داخل المستطيل جهة اليسار نوع الأمر وداخل المستطيل يكتب تفصيل الأمر وفى الفقرات التالية أهم الأوامر المستخدمة فى خريطة التشغيل التتابعى .

٥ / ٨ / ١- بدون تخزين NS :

وينفذ هذا الأمر طالما تحققت الشروط، والشكل (٥-٣٢) يبين مثالاً لهذا الأمر ففى الشكل (أ) الشكل السلمى المكافئ، وفى الشكل (ب) شكل الأمر فى خريطة التشغيل التتابعى .

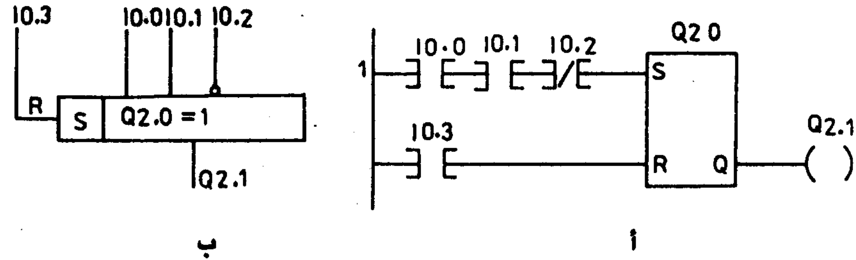


الشكل (٥-٣٢)

والمقصود بتحقيق الشروط هو أن تكون حالة جميع المداخل العادية عالية (1) والمعكوسة منخفضة 0، فعندما تكون حالة المداخل I0.0, I0.2, I0.4 عالية وحالة المداخل I0.1, I0.3 منخفضة يتحقق الأمر فتصبح حالة المخرج Q2.0 مساوية 1 وتباعًا يصبح حالة المخرج Q2.1 مساوية 1 أيضًا، ولكن بمجرد اختلال أحد الشروط السابقة كأن يصبح حالة I0.1 تساوى 1 بدلاً من 0 مثلاً يتوقف تنفيذ الأمر أى تصبح حالة Q2.0 مساوية 0 وتباعًا تصبح حالة Q2.1 مساوية 0.

٥ / ٨ / ٢- بتخزين (S) :

وينفذ هذا الأمر طالما تحققت الشروط ولو للحظة ويتوقف تنفيذ هذا الأمر عند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير R. والشكل (٥-٣٣) يبين مثالاً لهذا الأمر ففى الشكل (أ) الشكل السلمى المكافئ لأمر تخزين المبين بالشكل (ب) .

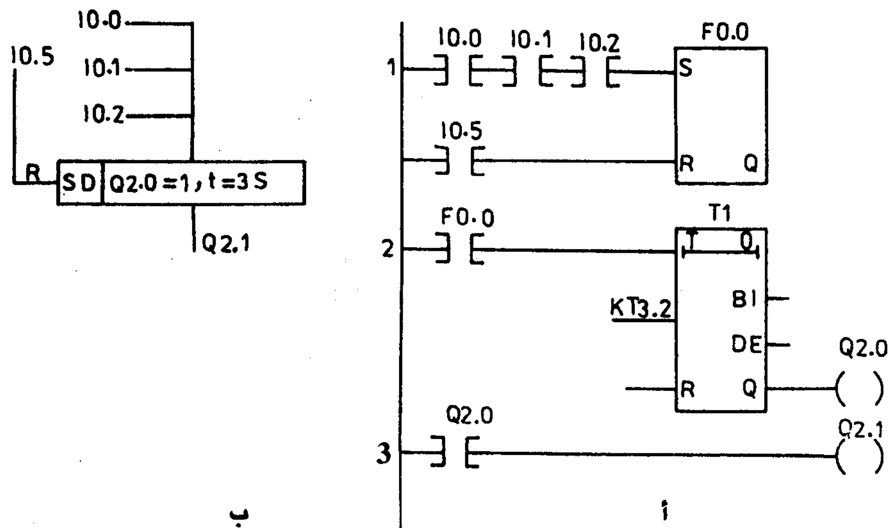


الشكل (٥-٣٣)

فعندما تكون حالة المداخل I0.0, I0.1 عالية (1) وحالة المداخل I0.2, I0.3 منخفضة تصبح حالة المخرج Q2.0 مساوية 1 . وتباعًا تصبح حالة المخرج Q2.1 عاليًا أيضًا (1). وعندما تصل إشارة عالية لمدخل التحرير I0.3 تصبح حالة المخرج Q2.0 صفرًا، وتباعًا تصبح حالة المخرج Q2.1 صفرًا.

٥ / ٨ / ٣- بتخزين وبتأخير زمنى (SD) :

وينفذ هذا الأمر طالما تحققت شروط التشغيل (المداخل) ولو للحظة وذلك بعد تأخير زمنى مقداره T ويتوقف تنفيذ الأمر عند وصول إشارة عالية لمدخل التحرير والشكل (٥-٣٤) يعرض مثالاً لهذا الأمر ففى الشكل (أ) الشكل السلمى المكافئ لأمر تخزين وبتأخير زمنى المبين بالشكل (ب).

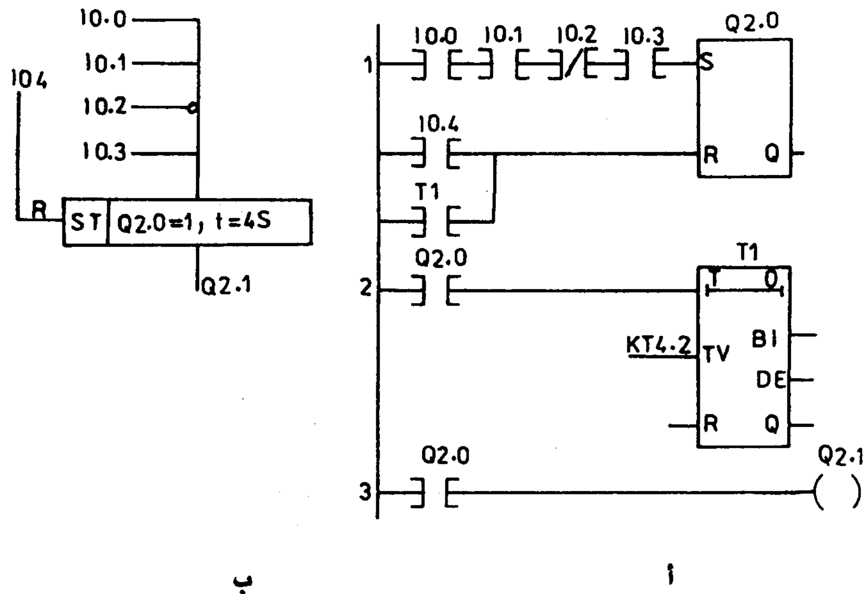


الشكل (٥-٣٤)

فعندما تكون حالة المداخل I0.0, I0.1, I0.2 عالية (1)، وحالة المدخل I0.s منخفضة (0) يتحقق هذا الأمر. وبعد تأخير ثلاث ثوان تصبح حالة المخرج Q2.0 عالية (1) وتباعًا تصبح حالة المخرج Q2.1 عالية أيضًا وعند وصول إشارة عالية للمدخل I0.S يتوقف تنفيذ هذا الأمر، وتصبح حالة Q2.0 منخفضة (0) وتباعًا تصبح حالة Q2.1 منخفضة أيضًا.

٥ / ٨ / ٤- بتخزين لمدة زمنية محددة ST :

وينفذ هذا الأمر طالما تحققت شروط التشغيل (المداخل) ولو للحظة ويستمر تنفيذ الأمر مدة زمنية T أو لحين وصول إشارة تحرير أيهما أسرع. والشكل (٥-٣٥) يعرض مثالاً لهذا الأمر ففى الشكل (أ) الشكل السلمى المكافئ لأمر تخزين لمدة زمنية محددة T والمبين بالشكل (ب).



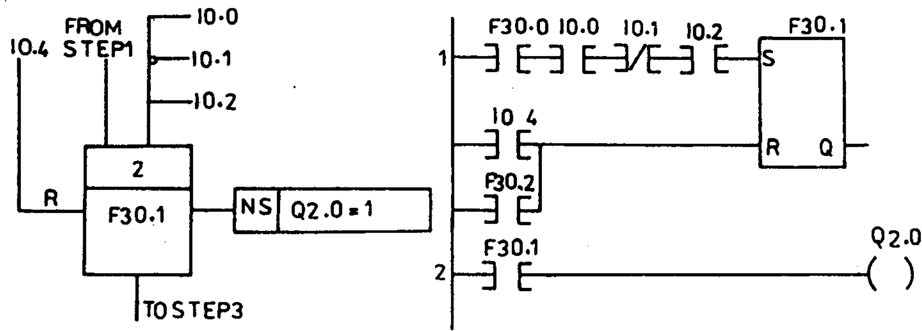
الشكل (٥-٣٥)

فإذا كانت حالة المداخل I0.0, I0.1, I0.3 عالية (1) وحالة المداخل I0.3, I0.4 منخفضة تصبح حالة المخرج Q2.0 عالية (1) لمدة زمنية مقدارها 4 ثوان. وبالمثل

يصبح حالة المخرج Q2.1 عالية (1) لمدة زمنية مقدارها 4 ثوان. أما في حالة وصول إشارة عالية لمدخل التحرير I0.4 تصبح حالة المخارج Q2.0, Q2.1 منخفضة (0).

٥/٨/٥- الخطوة Step:

تتكون العمليات الصناعية المتتابعية من مجموعة من المراحل بحيث لا تبدأ مرحلة إلا بعد تحقق شروط التشغيل لها ومن بين هذه الشروط عمل المرحلة السابقة أي الخطوة السابقة والشكل (٥-٣٦) يبين مثالاً لهذا الأمر ففي الشكل (أ) الشكل السلمي المكافئ للخطوة الثانية لأحد العمليات الصناعية.



الشكل (٥-٣٦)

فإذا كانت حالة المداخل I0.0, I0.2 عالية (1) وحالة المداخل I0.1, I0.4 منخفضة (0) مع بدء الخطوة السابقة أي حالة F30.0 عالية (1) فتصبح حالة (F30.1) عالية (1) وتباعاً يعمل المخرج Q2.0 أي تصبح حالته مرتفعة (1) وعند عمل الخطوة التالية أي عمل F30.2 تتوقف الخطوة الثانية F30.1، وتصبح حالة Q2.0 مساوية (0) وذلك لأن الأمر المستخدم بدون تخزين (NS).

الباب السادس

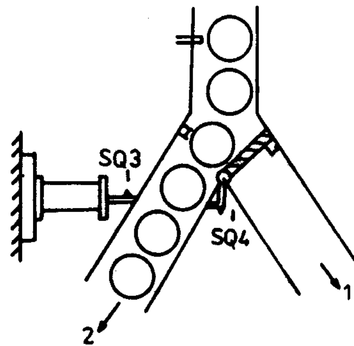
تطبيقات على التحكم الإلكترونيوماتيكى

باستخدام PLC

تطبيقات على التحكم الإلكترونيوماتيكى باستخدام PLC

٦ / ١- التمرين الأول:

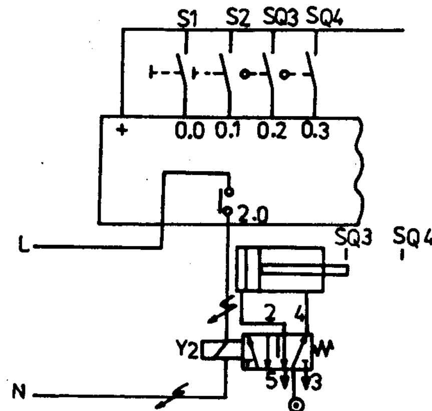
الشكل (٦-١) يعرض المخطط التقنى لوحدة توزيع الكريات المنتجة فى أحد مصانع كراسى المحور الكروية Ball bearings، وتقوم هذه الوحدة بالتحكم فى توزيع الكريات المنتجة على المسارين 1, 2 بواسطة بوابة تعمل بأسطوانة هوائية.



الشكل (٦-١)

والشكل (٦-٢) يبين مخطط توصيل جهاز PLC من النوع المتكامل والدائرة الهوائية باستخدام أسطوانة ثنائية الفعل تعمل بصمام 5/2 بملف وياى.

حيث يستخدم الضاغط S1 فى اختيار المسار الأول ويستخدم الضاغط S2 فى اختيار المسار الثانى.



الشكل (٦-٢)

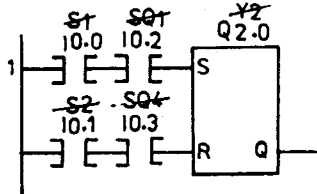
وفيما يلى قائمة التخصيص :

الرمز	المعامل	التعليق
S1	I0.0	ضاغط اختيار المسار الأول (NO)
S2	I0.1	ضاغط اختيار المسار الثانى (NO)
SQ3	I0.2	مفتاح نهاية مشوار العودة (NO)
SQ4	I0.3	مفتاح نهاية مشوار الذهاب (NO)
Y2	Q2.0	ملف الصمام

وفى قائمة التخصيص يخصص مدخل لكل ضاغط أو مفتاح مع تحديد نوع ريشة الضاغط أو المفتاح مفتوح أو مغلق ويخصص مخرج واحد من جهاز PLC لكل ملف صمام أو كونتاكتور أو لمبة بيان.

والشكل (٦-٣) يبين الشكل السلمى باستخدام صمام 5/2 بملف وياى.

نظرية التشغيل:

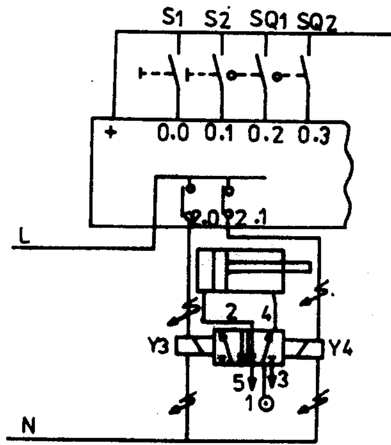


الشكل (٦-٣)

عند الضغط على ضاغط التشغيل S1 تصل إشارة عالية للمدخل I0.0 فتغلق الريشة I0.0 فى الشكل السلمى وعندما تكون الأسطوانة متراجعة فإن الكامة المثبتة فى نهاية عمود الأسطوانة تضغط على المفتاح SQ3 فتغلق ريشته وتصل إشارة عالية للمدخل I0.2، وتغلق الريشة I0.2 فى الشكل السلمى ويكتمل مسار الإمساك للقلاب Q2.0 فيحدث إمساك له وتصبح حالة المخرج Q2.0 عالية (1) ويصل جهد كهربى للملف Y2 فيتغير وضع التشغيل للصمام وتتقدم الأسطوانة للأمام وتنتقل البوابة لتغلق المسار 2 فتمر الكريات فى المسار الأول، وعند الضغط

على ضاغط التشغيل S2 تصل إشارة عالية للمدخل I0.1 فتغلق الريشة I0.1 فى الشكل السلمى، وعندما تكون الأسطوانة متقدمة تضغط الكامة المثبتة على عمود الأسطوانة على مفتاح نهاية المشوار SQ4 فتصل إشارة عالية للمدخل I0.3 ومن ثم تغلق الريشة I0.3 فيكتمل مسار التحرير R للقلاب Q2.0 وبالتالى تصبح حالة المخرج Q2.0 صفراً وينقطع التيار الكهربى عن الملف Y2 فيعود الصمام لوضعه الأيمن وتتراجع الأسطوانة فيغلق المسار الأول ويفتح المسار الثانى.

والشكل (٦-٤) يبين مخطط توصيل جهاز PLC من النوع المتكامل والدائرة الهوائية باستخدام أسطوانة ثنائية الفعل تعمل بصمام 5/2 بملفين حيث يستخدم الضاغط S1 فى اختيار المسار الأول ويستخدم الضاغط S2 لاختيار المسار الثانى.

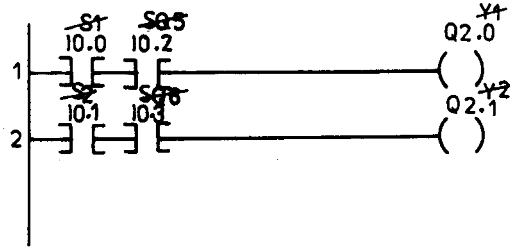


الشكل (٦-٤)

وفما يلى قائمة التخصيص:

الرمز	المعامل	التعليق
S1	I0.0	ريشة مفتوحة من ضاغط المسار الأول
S2	I0.1	ريشة مفتوحة من ضاغط المسار الثانى
SQ5	I0.2	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار العودة
SQ6	I0.3	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار الذهاب
Y3	Q2.0	ملف التقدم للصمام
Y4	Q2.1	ملف التراجع للصمام

والشكل (٦–٥) يبين الشكل السلمى باستخدام صمام 5/2 بملفين.



الشكل (٦–٥)

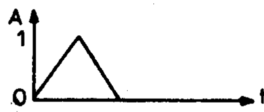
نظرية التشغيل:

عند الضغط على ضاغط التشغيل S1 تصل إشارة عالية للمدخل I0.0 فتغلق الريشة I0.0 فى الشكل السلمى وعندما تكون الأسطوانة متراجعة فإن الطاقة المثبتة على نهاية عمود الأسطوانة يضغط على مفتاح نهاية المشوار SQS فتغلق ريشته، وتصل إشارة عالية للمدخل I0.2 فتغلق الريشة I0.2 فى الشكل السلمى، ويكتمل مسار تيار المخرج Q2.0 ومن ثم تصبح حالة Q2.0 عالية، ويتغير وضع تشغيل الصمام فتتقدم الأسطوانة للأمام وتنتقل البوابة لتغلق المسار الثانى وتفتح المسار الأول.

وعند الضغط على ضاغط التشغيل S2 تصل إشارة عالية للمدخل I0.1 فتغلق الريشة I0.1 فى الشكل السلمى، وعندما تكون الأسطوانة متقدمة فإن الطاقة المثبتة على عمود الأسطوانة يضغط على مفتاح نهاية المشوار SQ6 فتغلق ريشته، وتصل إشارة عالية للمدخل I0.2 فتغلق الريشة I0.2 فى الشكل السلمى فيكتمل مسار تيار المخرج Q2.0 وتصل إشارة عالية للمخرج Q2.0. ومن ثم يصل جهد كهربى للملف Y2 ويعود الصمام لوضع التشغيل الأيمن فتتراجع الأسطوانة ومن ثم يغلق المسار الأول ويفتح المسار الثانى.

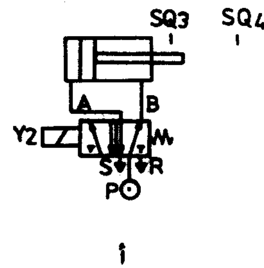
٦ / ٢– التمرين الثانى:

الشكل (٦–٦) يبين مخطط الإزاحة لأسطوانة ثنائية الفعل تعمل بصمام 5/2 بملف وياى فعند



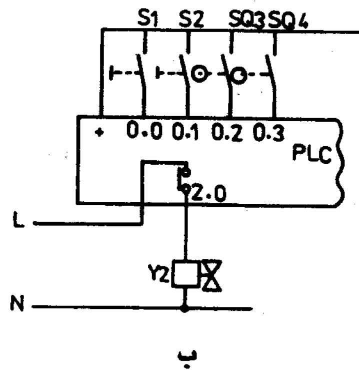
الشكل (٦–٦)

الضغط على ضاغط التشغيل S1 تتقدم الأسطوانة للأمام وبمجرد وصولها إلى نهاية مشوار الذهاب تتراجع الأسطوانة تلقائيًا.



أ

والشكل (٦-٧) يبين الدائرة الهوائية باستخدام أسطوانة ثنائية الفعل تعمل بصمام 5/2 بملف وياى (الشكل أ) ومخطط التوصيل مع جهاز PLC (الشكل ب).



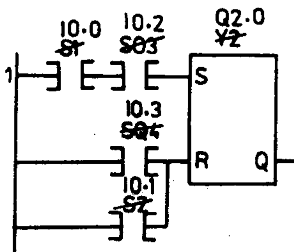
ب

الشكل (٦-٧)

وفيما يلي قائمة التخصيص:

الرمز	المعامل	التعليق
S1	I0.0	ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل
S2	I0.1	ريشة مفتوحة من ضاغط الإيقاف
SQ5	I0.2	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار العودة
SQ4	I0.3	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار الذهاب
Y1	Q2.0	ملف الصمام

والشكل (٦-٨) يبين الشكل السلمى باستخدام صمام 5/2 بملف وياى.



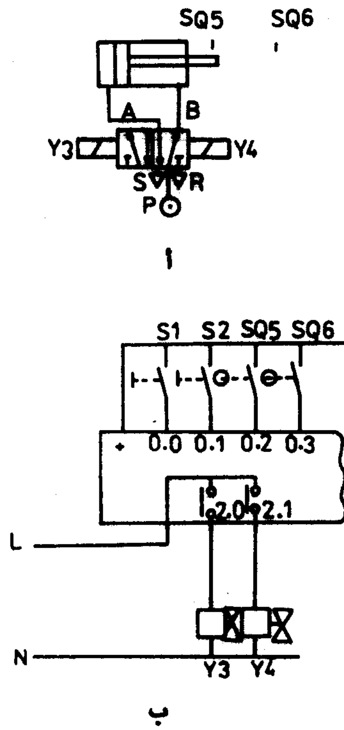
الشكل (٦-٨)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على ضاغط التشغيل S1 تصل إشارة

عالية للمدخل I0.0 فتغلق الريشة I0.0 فى الشكل السلمى، وعندما تكون الأسطوانة متراجعة تغلق الريشة المفتوحة لمفتاح نهاية المشوار SQ3 فتصل إشارة عالية للمدخل I0.2 فتغلق الريشة I0.2 بالشكل السلمى ويكتمل مسار الإمساك للقلاب Q2.0 وتصبح حالته عالية، ومن ثم يصل جهد كهربى للملف Y2 ويتغير وضع التشغيل للصمام للوضع الأيسر وتتقدم الأسطوانة للأمام، وعند وصول الأسطوانة لنهاية مشوار الذهاب تضغط الكامة على مفتاح نهاية المشوار SQ4 فتصل إشارة عالية للمدخل I0.3 ومن ثم يكتمل مسار تيار التحرير للقلاب Q2.0 وتصبح حالته 0 وينقطع التيار الكهربى عن الملف Y2 ويعود الصمام لوضع التشغيل الأيمن وتتراجع الأسطوانة للخلف.

والشكل (٦-٩) يبين الدائرة الهوائية باستخدام أسطوانة ثنائية الفعل تعمل بصمام 5/2 بملفين (الشكل أ) ومخطط التوصيل مع جهاز PLC (الشكل ب).

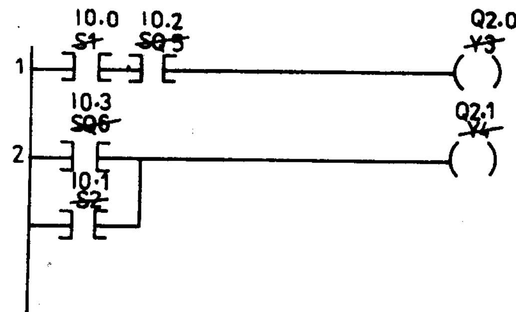


الشكل (٦-٩)

وفيما يلى قائمة التخصيص:

التعليق	المعامل	الرمز
ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل	I0.0	S1
ريشة مغلقة من ضاغط الإيقاف	I0.1	S2
ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار العودة	I0.2	SQ5
ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار الذهاب	I0.3	SQ6
ملف الذهاب للصمام	Q2.0	Y3
ملف العودة للصمام	Q2.1	Y4

والشكل (٦–١٠) يبين الشكل السلمى عند استخدام صمام 5/2 بملفين.



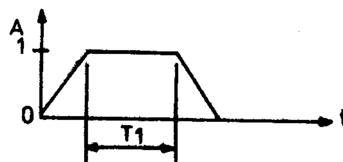
الشكل (٦–١٠)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S1 تصل إشارة عالية للمدخل I0.0 فتغلق الريشة I0.0 فى الشكل السلمى، وعندما تكون الأسطوانة متراجعة تغلق الريشة SQ5 فتصل إشارة عالية للمدخل I0.2 وتغلق الريشة I0.2 فى الشكل السلمى ويكتمل مسار تيار Q2.0 وتصبح حالته عالية 1 ويصل جهد للملف Y3، وتتقدم الأسطوانة للأمام، وعند وصول الكامة المثبتة فى نهاية عمود الأسطوانة لمفتاح نهاية مشوار الذهاب SQS تغلق ريشته فتصل إشارة عالية للمدخل I0.3 ويكتمل مسار تيار المخرج Q2.1، وتصبح حالته عالية 1 ويصل جهد كهربى للملف Y4وتتراجع الأسطوانة للخلف.

٦ / ٣- التمرين الثالث:

الشكل (٦–١١) يبين مخطط الإزاحة لأسطوانة ثنائية الفعل تعمل بصمام 5/2 بملف وياى فعند الضغط على ضاغط التشغيل تتقدم الأسطوانة للأمام وتظل متقدمة لمدة زمنية مقدارها

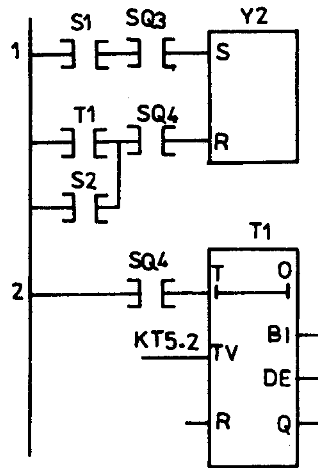


الشكل (٦–١١)

T1 ولتكن 10S وبعـدها تتـراجع الأسطوانة تلقـائيًا. ويمكن إرجاع الأسطوانة للخلف قبل انتهاء الزمن T1 بواسطة الضاغط S2.

ولا تخـتلف الدائرة الهـوائيـة ومـخطط التـوصيل مع جـهاز PLC عن المبين بالشكل (٦-٧).

والشكل (٦-١٢) يبين الشكل السلمى باستخدام صمام 5/2 بملف وياى مع استبدال معـامـلات المداخل والمخارج برموزها وذلك لتسهيل عملية الفهم.



الشكل (٦-١٢)

وفيما يلى قائمة التخصيص:

الرمز	المعامل	التعليق
S1	I0.0	ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل
S2	I0.1	ريشة مغلقة من ضاغط الإيقاف
SQ5	I0.2	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار العودة
SQ4	I0.3	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار الذهاب
Y2	Q2.0	ملف الصمام

نظرية التشغيل:

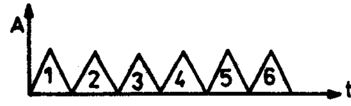
عند الضغط على الضاغط S1 تغلق الريشة S1 فى الشكل السلمى، وعندما تكون الأسطوانة متراجعة تغلق الريشة SQ3 فى الشكل السلمى فيكتمل مسار إمساك Y2ويتغير وضع تشغيل الصمام للوضع الأيسر، وتتقدم الأسطوانة وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ4 فتغلق ريشته ويكتمل مسار تيار المؤقت T1. وبعد انتهاء

خمس ثوان يقوم المؤقت بغلق ريشته المفتوحة فيكتمل مسار تيار التحرير للقلاب Y2 وتصبح حالته 0 وينقطع التيار الكهربى عن الملف Y2 ويعود الصمام لوضعه الأيمن وتتراجع الأسطوانة للخلف.

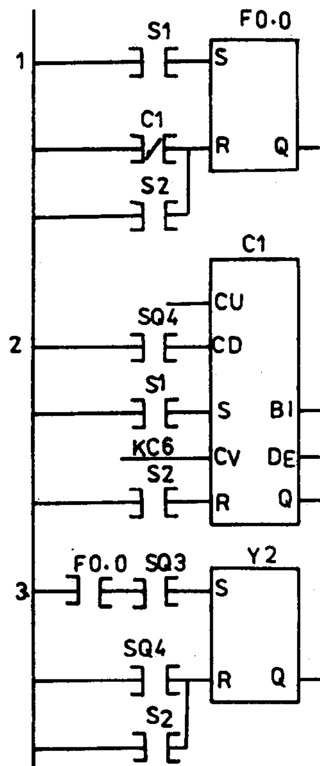
علماً بأنه يمكن إرجاع الأسطوانة للخلف بواسطة الضاغط S2.

٦ / ٤- التمرين الرابع:

الشكل (٦-١٣) يبين مخطط الإزاحة لأسطوانة ثنائية الفعل تعمل بصمام 5/2 بملف وياى فعند الضغط على ضاغط التشغيل تتحرك الأسطوانة للأمام والخلف حركة ترددية وعندما يكون عدد النبضات التى تعملها الأسطوانة 6 تتوقف الأسطوانة تلقائياً. ويمكن إيقاف الأسطوانة فى أى لحظة بواسطة الضاغط S2 ولا تختلف الدائرة الهوائية ومخطط التوصيل مع جهاز PLC عن المبين بالشكل (٦-٧). والشكل (٦-١٤) يبين الشكل السلمى باستخدام صمام 5/2 بملف وياى مع استبدال معاملات المداخل والمخارج برموزها وذلك من أجل تسهيل عملية فهم الشكل السلمى.



الشكل (٦-١٣)



الشكل (٦-١٤)

وفيما يلى قائمة التخصيص :

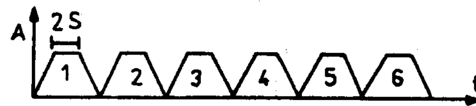
التعليق	المعامل	الرمز
ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل	I0.0	S1
ريشة مغلقة من ضاغط الإيقاف	I0.1	S2
ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار العودة	I0.2	SQ3
ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار الذهاب	I0.3	SQ4
ملف الصمام	Q2.0	Y2

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S1 يحدث إمساك للعداد C1بالعدد 6 فيفتح العداد C1 ريشته المغلقة الموصلة بمدخل تحرير علم التشغيل F0.0 ويحدث إمساك للقلاب F0.0، وعندما تكون الأسطوانة متراجعة للخلف تغلق ريشة SQ3. وبالتالى يكتمل مسار الإمساك للقلاب Y2 فتتقدم الأسطوانة للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ4 فيغلق ريشته فتصل إشارة عالية لمدخل العد التنازلى للعداد ويقل العدد المحمل به العداد بواحد ليصبح 5وفى نفس الوقت يحدث تحرير للقلاب Y2، وتتراجع الأسطوانة للخلف ويتكرر ذلك ست مرات بعدها يصبح العدد المحمل به العداد صفراً فتعود ريشة العداد المغلقة الموصلة مع مدخل تحرير علم التشغيل F0.0 لوضعها الطبيعى وتصبح حالته صفراً وتتوقف العملية.

٦ / ٥- التمرين الخامس :

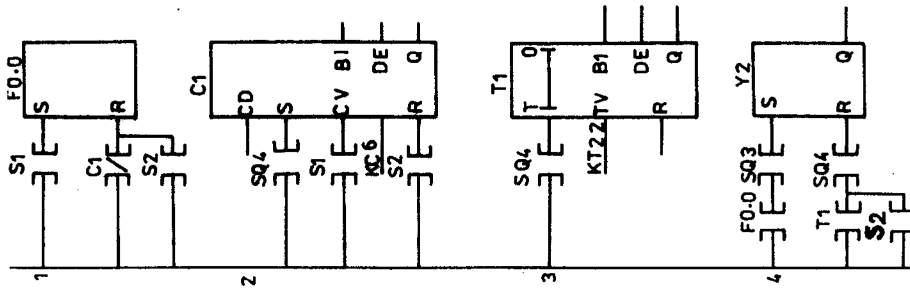
الشكل (٦-١٥) يبين مخطط الإزاحة لأسطوانة ثنائية الفعل تعمل بصمام 5/2 بملف وياى. فعند الضغط على ضاغط التشغيل تتحرك الأسطوانة



الشكل (٦-١٥)

حركة ترددية للأمام والخلف مع بقاء الأسطوانة متقدمة فى كل نبضة ثانيتان قبل الرجوع. ويمكن إيقاف الأسطوانة فى أى لحظة بواسطة الضاغط S2 ولا تختلف الدائرة

الهوائية ومخطط توصيل جهاز PLC عن المبين بالشكل (٦-٧) والشكل (٦-١٦) يبين الشكل السلمي مع استبدال معاملات المداخل والمخارج برموزها، وذلك من أجل تسهيل عملية فهم الشكل السلمي.



الشكل (٦-١٦)

وفيما يلي قائمة التخصيص:

الرمز	المعامل	التعليق
S1	I0.0	ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل
S2	I0.1	ريشة مفتوحة من ضاغط الإيقاف
SQ3	I0.2	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار العودة
SQ4	I0.3	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار الذهاب
Y2	Q2.0	ملف الصمام

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S1 يحدث إمساك للعداد C1 بالعدد 6 فيفتح العداد ريشته المفتوحة الموصلة بمدخل تحرير F0.0 فيحدث إمساك لعلم التشغيل F0.0

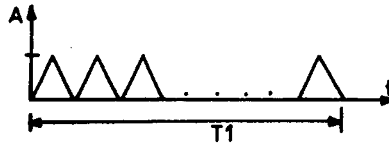
وعندما تكون الأسطوانة متراجعة للخلف تغلق ريشة SQ3 وبالتالى يكتمل مسار الإمساك للقلاب Y2 فتتقدم الأسطوانة للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ4 فيغلق ريشته فتصل إشارة عالية لمدخل العد التنازلى للعداد ويقل العدد المحمل به العداد بواحد ليصبح 5. وكذلك يكتمل مسار تيار المؤقت T1 وبعد انتهاء ثانيتين يغلق المؤقت T1 ريشته المفتوحة الموجودة فى مسار تحرير Y2 فيكتمل مسار تحرير Y2 وتتراجع الأسطوانة للخلف ويتكرر ذلك ست مرات بعدها يصبح العدد المحمل به العداد صفراً فتعود ريشة العداد المغلقة الموصلة مع مدخل تحرير علم التشغيل F0.0 لوضعها الطبيعى وتصبح حالة العلم F0.0 صفراً وتتوقف العملية.

علماً بانه يمكن إيقاف الأسطوانة فى أى لحظة بواسطة الضاغط S2 والذى يعمل على تحرير كل من F0.0, Y2, C1.

٦ / ٦- التمرين السادس:

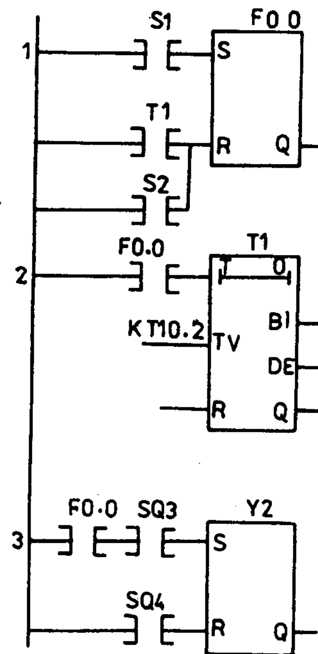
الشكل (٦-١٧) يبين مخطط الإزاحة لأسطوانة ثنائية الفعل تعمل بصمام 5/2 بملف وياى.

فعند الضغط على ضاغط التشغيل تتحرك الأسطوانة حركة ترددية للأمام والخلف خلال زمن مقداره t1 وليكن 10 ثوان. ويمكن إيقاف الأسطوانة فى أى لحظة قبل انتهاء الزمن t1 بواسطة الضاغط S2.



الشكل (٦-١٧)

ولا تختلف الدائرة الهوائية ومخطط التوصيل مع جهاز PLC عن المبين بالشكل (٦-٧)، والشكل (٦-١٨) يبين الشكل السلمى باستخدام صمام 5/2 بملف وياى مع استبدال معاملات المداخل والمخارج برموزها وذلك لتسهيل عملية الفهم.



الشكل (٦-١٨)

وفيما يلى قائمة التخصيص :

التعليق	المعامل	الرمز
ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل	I0.0	S1
ريشة مفتوحة من ضاغط الإيقاف	I0.1	S2
ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار العودة	I0.2	SQ3
ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار الذهاب	I0.3	SQ4
ملف الصمام	Q2.0	Y1

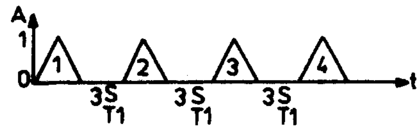
نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S1 يحدث إمساك لعلم التشغيل F0.0 وتصبح حالته

عالية (1) فيكتمل مسار تيار المؤقت T1 وعندما تكون الأسطوانة متراجعة للخلف تغلق ريشة المفتاح SQ3 ويكتمل مسار الإمساك للملف Y2 وتتقدم الأسطوانة للأمام وعند وصولها لمفتاح نهاية مشوار الذهاب تغلق ريشة المفتاح SQ4 ويكتمل مسار التحرير للملف Y2، وتتراجع الأسطوانة للخلف وتظل الأسطوانة تتقدم وتتراجع لمدة عشر ثوانٍ بعدها يقوم المؤقت T1 بعكس حالة ريشه فتغلق الريشة T1 الموصلة بمدخل تحرير F0.0 وتصبح حالته صفراً وتتوقف الأسطوانة.

٦ / ٧- التمرين السابع:

الشكل (٦-١٩) يبين مخطط الإزاحة لأسطوانة ثنائية الفعل تعمل بصمام 5/2 بملف وياى. فعند الضغط على ضاغط التشغيل تتحرك الأسطوانة للأمام والخلف أربع مرات مع بقاء الأسطوانة متراجعة للخلف فى كل مرة ثلاث ثوان. ويمكن إيقاف الأسطوانة فى أى لحظة بالضغط على الضاغط S2.



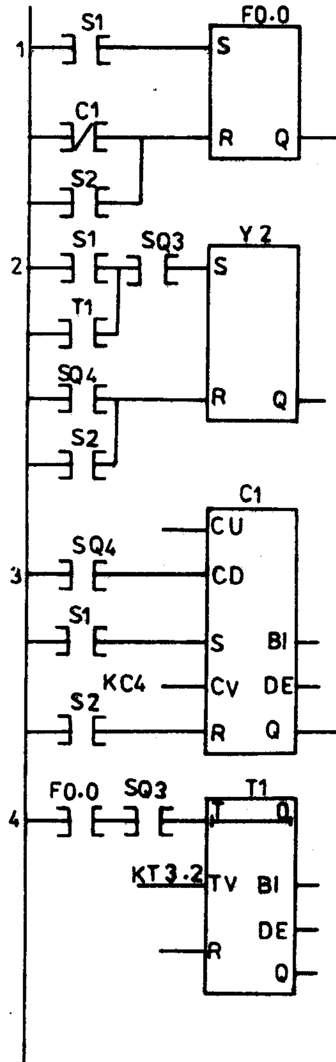
الشكل (٦-١٩)

ولا تختلف الدائرة الهوائية ومخطط التوصيل مع جهاز PLC عن المبين بالشكل (٦-٧)، والشكل (٦-٢٠) يبين الشكل السلمى باستخدام صمام 5/2 بملف وياى مع استبدال معاملات المداخل والمخارج برموزها، وذلك لتسهيل عملية الفهم ولا تختلف قائمة التخصيص عن التمرين السابق.

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S1 يحدث إمساك للعداد C1 بالعدد 4 فيفتح العداد C1 ريشته المغلقة الموصلة مع مدخل التحرير R للعلم F0.0 وتباعاً يحدث إمساك لهذا العلم، وعندما تكون الأسطوانة متراجعة للخلف تغلق ريشة المفتاح SQ3 ويكتمل مسار الإمساك للمخرج Y2، وتتقدم الأسطوانة للأمام وصولاً لمفتاح نهاية

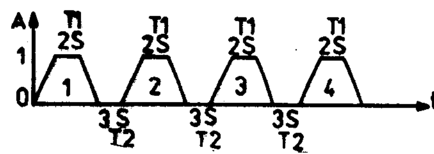
المشوار SQ4 فيغلق ريشته ويكتمل مسار تحرير المخرج Y2، وتتراجع الأسطوانة للخلف وفى نفس الوقت تصل إشارة عالية لمدخل العد التنازلى للعداد فيقل العدد المحمل به العداد بمقدار 1 ليصبح 3، ويكتمل مسار المؤقت T1 وبعد مرور ثلاث ثوان يغلق المؤقت ريشته المفتوحة الموصلة مع مدخل إمساك المخرج Y2، ويكتمل مسار الإمساك وتصبح حالة Y2 عالية وتتقدم الأسطوانة للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ4 فيغلق ريشته ويكتمل مسار تحرير المخرج Y2 وتتراجع الأسطوانة للخلف وفى نفس الوقت تصل إشارة عالية لمدخل العد التنازلى للعداد فيقل العدد المحمل به العداد بمقدار 1 ليصبح 2 وهكذا حتى يصبح العدد المحمل به العداد مساويًا 0 فتتوقف الأسطوانة وهى متراجعة للخلف.



الشكل (٦-٢٠)

٦ / ٨- التمرين الثامن :

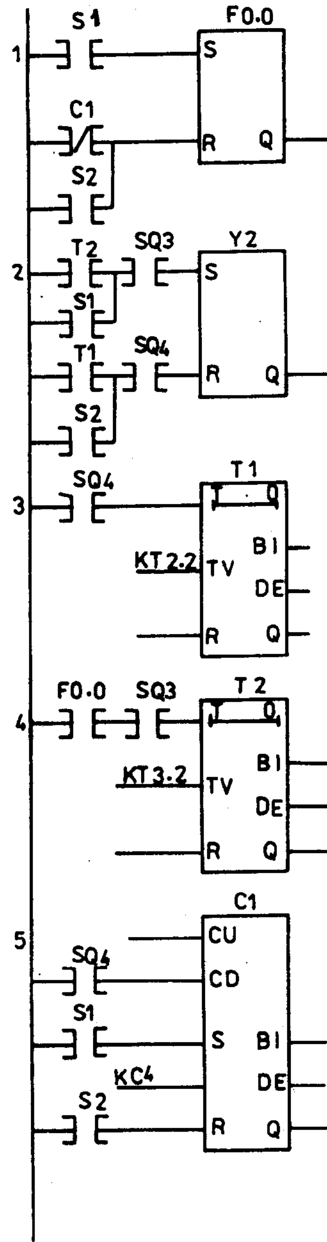
الشكل (٦-٢١) يبين مخطط الإزاحة لأسطوانة ثنائية الفعل تعمل بصمام 5/2 بملف وياى. فعند الضغط على ضاغط



الشكل (٦-٢١)

التشغيل تتحرك الأسطوانة للأمام والخلف كما هو مبين بمخطط الإزاحة. ويمكن إيقاف الأسطوانة فى أى لحظة بالضغط على ضاغط الإيقاف.

ولا تختلف الدائرة الهوائية ومخطط التوصيل مع جهاز PLC عن المبين بالشكل (٦-٧). والشكل (٦-٢٢) يبين الشكل السلمى باستخدام صمام 5/2 بملف وياى مع استبدال معاملات المداخل والمخارج برموزها وذلك لتسهيل عملية الفهم ولا تختلف قائمة التخصيص عن التمرين السابق.



الشكل (٦-٢٢)

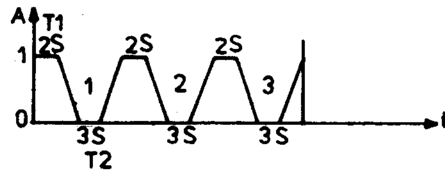
نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار إمساك العداد C1 فيحمل العداد بالعدد 4 ويفتح العداد ريشته المغلقة الموصلة مع مدخل تحرير العلم F0.0 ومن ثم يحدث إمساك لعلم التشغيل F0.0 وتصبح حالته 1 وأيضًا يكتمل مسار إمساك المخرج Y2 وتتقدم الأسطوانة للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ4 فيكتمل مسار تيار المؤقتT1 وكذلك تصل إشارة عالية لمدخل العد التنازلى للعداد C1 ويقل العدد المحمل به العداد بمقدار 1 ليصبح 3

وبعد انتهاء ثانيتين يغلق المؤقت T1 ريشته المفتوحة الموصلة مع Y2 فيكتمل مسار تيار المؤقت T2 وبعد انتهاء ثلاث ثوان يغلق المؤقت T2 ريشته المفتوحة الموصلة مع مدخل إمساك Y2، ويكتمل مسار إمساك Y2 وتتقدم الأسطوانة للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ4 ويتكرر ما سبق إلي أن يصبح العدد المحمل به العداد صفراً فتتوقف الأسطوانة.

ويمكن إيقاف الأسطوانة فى أى لحظة بواسطة الضاغط S2 والذى يعمل على تحرير كل من F0.0, Y2, C1.

٦ / ٩- التمرين التاسع:



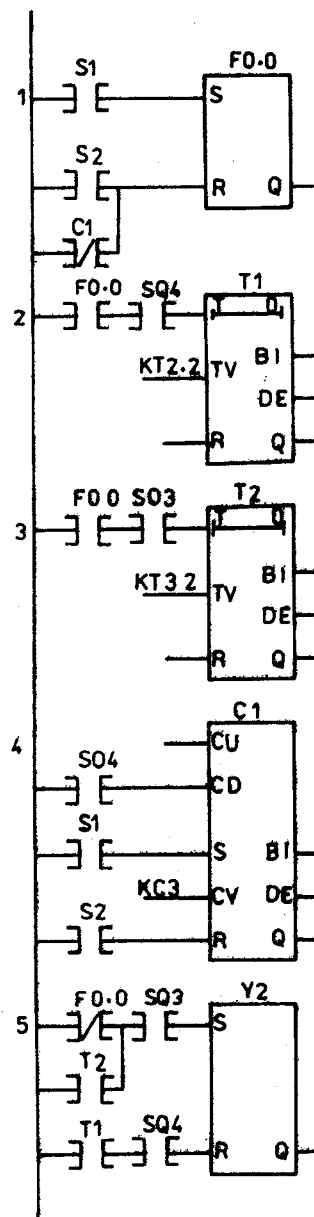
الشكل (٦-٢٣)

الشكل (٦-٢٣) يبين مخطط الإزاحة لأسطوانة ثنائية الفعل تعمل بصمام 5/2 بملف وياى فعند الضغط على ضاغط التشغيل تتحرك الأسطوانة للأمام والخلف كما هو مبين بمخطط الإزاحة ويمكن إيقاف الأسطوانة فى أى لحظة بالضغط على ضاغط الإيقاف S2. ولا تختلف الدائرة الهوائية ومخطط التوصيل مع جهاز PLC عن المبين بالشكل (٦-٧)، والشكل (٦-٢٤) يبين الشكل السلمى باستخدام صمام 5/2 بملف وياى مع استبدال معاملات المداخل والمخارج برموزها، وذلك لتسهيل عملية الفهم ولا تختلف قائمة التخصيص عن التمارين السابقة.

نظرية التشغيل:

بمجرد توصيل التيار الكهربى لجهاز PLC يكتمل مسار تيار مدخل الإمساك للمخرج Y2 فتتقدم الأسطوانة للأمام وعند الضغط على الضاغط S1 يحدث إمساك للعداد C1 بالعدد 3 ويحدث إمساك لعلم التشغيل F0.0 ويكتمل مسار تيار المؤقت T1 وبعد ثانيتين يقوم المؤقت بغلق ريشته المفتوحة فيكتمل مسار تحرير Y2 وتتراجع

الأسطوانة للخلف وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ3 فيكتمل مسار تيار المؤقت T2 وبعد مرور ثلاث ثوان تغلق ريشة T2 فيكتمل مسار إمساك Y2 وتتقدم الأسطوانة للأمام وصولاً للمفتاح SQ4 فتصل إشارة عالية لمدخل العد التنازلي للعداد C1 ويقل العدد المحمل به العداد بمقدار واحد ليصبح 2 وكذلك يكتمل مسار تيار المؤقت T1 ويتكرر ما سبق إلي أن يصبح العدد المحمل به العداد مساوياً صفراً. فتتوقف الأسطوانة وهى متقدمة للأمام. ويمكن إيقاف الأسطوانة فى أى لحظة أثناء تشغيلها لتظل متقدمة للأمام بواسطة الضاغط S2 والذى يعمل على تحرير F0.0, C1.



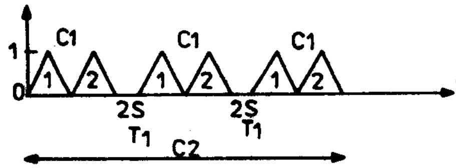
الشكل (٦-٢٤)

٦ / ١٠- التمرين العاشر:

الشكل (٦-٢٥) يبين مخطط الإزاحة لأسطوانة ثنائية الفعل تعمل بصمام 5/2 بملف وياى.

ولا تختلف الدائرة الهوائية ومخطط التوصيل مع جهاز PLC عن المبين بالشكل (٦-٧). والشكل (٦-٢٦) يبين الشكل السلمى باستخدام صمام 5/2 بملف وياى مع استبدال معاملات

المداخل والمخارج برموزها وذلك لتسهيل عملية الفهم. ولا تختلف قائمة التخصيص عن التمرين السابق.



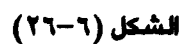
الشكل (٦-٢٥)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار إمساك العداد C1 فيحمل العداد C1 بالعدد 2. وكذلك يكتمل مسار إمساك العداد C2 فيحمل العداد C2 بالعدد 3.، وكذلك يكتمل مسار إمساك علم التشغيل F0.0 وتصبح حالته 1.

وحيث إن العداد C1 محمل بالعدد 2 لذلك فإنه يغلق ريشته المفتوحة C1 ويكتمل مسار تيار مدخل إمساك المخرج Y2، وتتقدم الأسطوانة للأمام وصولاً للمفتاح SQ4 فتصل إشارة عالية لمدخل العد التنازلى للعداد C1 فيصبح العدد المحمل به العداد 1، وكذلك يكتمل مسار تحرير المخرج Y2 وتتراجع الأسطوانة للخلف وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ3 فيكتمل مسار إمساك Y2، ويتقدم الأسطوانة للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ4 فتصل إشارة عالية لمدخل العد التنازلى للعداد C1 فيصبح العدد المحمل به العداد0، وكذلك يكتمل مسار تحرير المخرج Y2 وتتراجع الأسطوانة للخلف وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ3 فيكتمل مسارتيار المؤقت T1 وبعد مرور ثانيتين يغلق المؤقت ريشته المفتوحة فيحمل العداد C1 بالعدد 2 وتباعًا تصل نبضة عالية لمدخل العد التنازلى للعداد C2، ويقل العدد المحمل به العداد 1 ليصبح 2 وتتكرر دورة التشغيل ثلاث مرات حتى يصبح العدد المحمل به العداد C2 صفرًا فتتوقف الأسطوانة فى وضع التراجع.

ويمكن إيقاف الأسطوانة فى وضع التراجع فى أى لحظة بواسطة الضاغط S2 والذى يعمل تحريرًا لكل من F0.0, Y2, T1, C1, C2.



الشكل (٦-٢٦)

٦ / ١١- التمرين الحادى عشر :

الشكل (٦-٢٧) يعرض مخطط الإزاحة لأسطوانة ثنائية الفعل تعمل بصمام 5/2 بملف وياى.

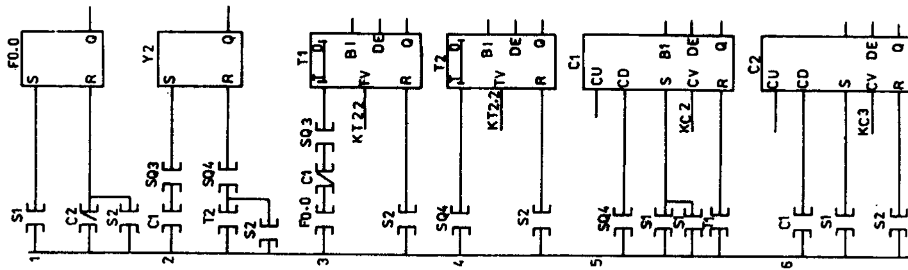
الشكل (٦-٢٧)

ولا تختلف الدائرة الهوائية ومخطط التوصيل على جهاز PLC عن المبين بالشكل (٦-٧). والشكل (٦-٢٨) يبين الشكل السلمى باستخدام صمام 5/2 بملف وياى مع استبدال معاملات المداخل والمخارج برموزها وذلك من أجل التسهيل. ولا تختلف قائمة التخصيص عن التمارين السابقة.

نظرية التشغيل :

لا يختلف هذا التمرين عن التمرين السابق عدا أن الأسطوانة تظل متقدمة مدة T2، والتى تساوى ثانيتين لذا تم إضافة المؤقت T2 واستخدمت ريشة مفتوحة من

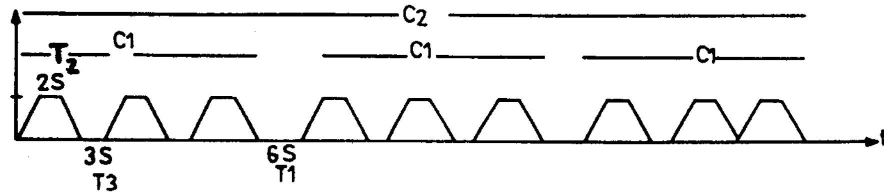
هذا المؤقت فى مسار تحرير Y2 لتأخير عملية تراجع الأسطوانة بعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت T2 والذى يساوى ثانيتين.



الشكل (٦-٢٨)

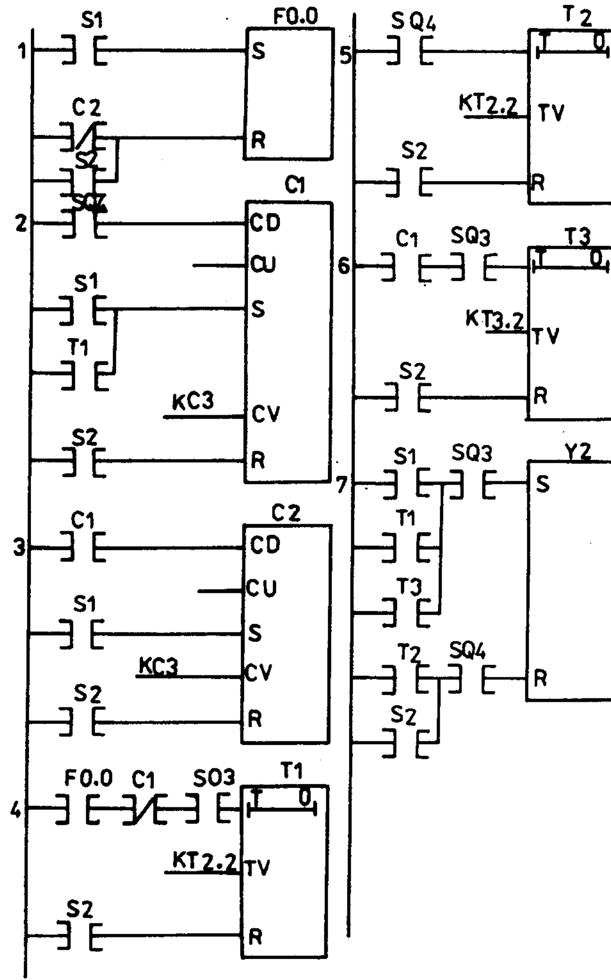
٦ / ١٢- التمرين الثانى عشر:

الشكل (٦-٢٩) يعرض مخطط الإزاحة لأسطوانة ثنائية الفعل تعمل بصمام 5/2 بملف وياى.



الشكل (٦-٢٩)

ولا تختلف الدائرة الهوائية ومخطط التوصيل مع جهاز PLC عن المبين بالشكل (٦-٧). والشكل (٦-٣٠) يبين الشكل السلمى لتحقيق مخطط الإزاحة السابق علمًا بأنه تم استبدال معاملات المداخل والمخارج برموزها من أجل التبسيط ولا تختلف قائمة التخصيص عن التمارين السابقة.



الشكل (٦-٣٠)

نظرية التشغيل :

ولا يختلف هذا التمرين عن التمرين السابق عدا أن الأسطوانة تظل متراجعة بعد كل نبضة مدة T3 والتى تساوى ثلاث ثوانٍ لذا تم إضافة المؤقت T3

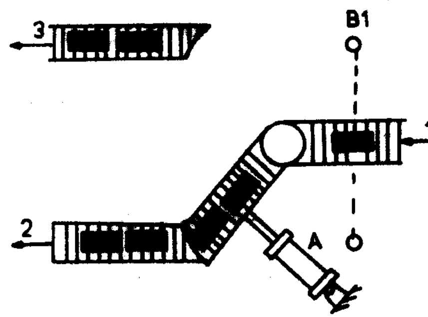
واستخدمت ريشة مفتوحة من هذا المؤقت من مسار إمساك Y2 لتأخير عملية تقدم الأسطوانة بعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت T3 والذى يساوى ثلاث ثوان.

ويلاحظ أن ترتيب الخطوات يختلف عن التمرين السابق وهذا لا يؤثر على أداء التمرين.

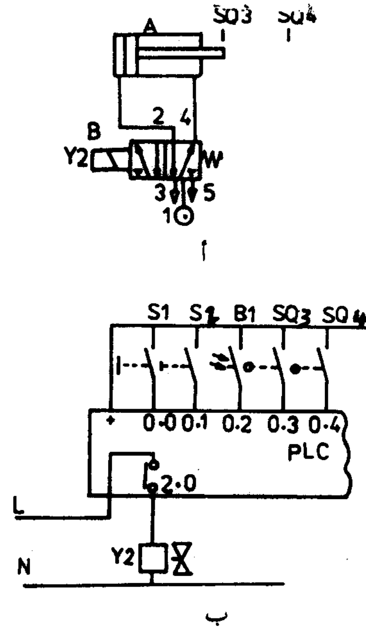
٦/١٣- التمرين الثالث عشر:

الشكل (٦-٣١) يعرض المخطط التقنى لموزع سيور حيث تنتقل ثلاثمائة عبوة من السير 1 إلى السير 2 ثم ينتقل ثلاثمائة عبوة من السير 1 إلى السير 3 ويتم التحكم فى وضع القنطرة المتحركة بواسطة أسطوانة ثنائية الفعل تعمل بصمام 5/2 بملف وياى.

والشكل (٦-٣٢) يعرض الدائرة الهوائية (الشكل أ) ومخطط التوصيل مع جهاز PLC (الشكل ب).



الشكل (٦-٣١)

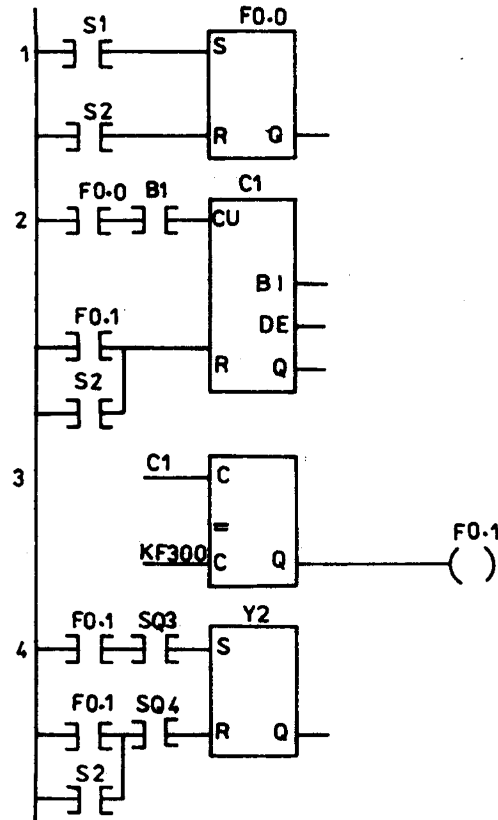


الشكل (٦-٣٢)

وفيما يلي قائمة التخصيص:

التعليق	المعامل	الرمز
ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل	I0.0	S1
ريشة مفتوحة من ضاغط الإيقاف	I0.1	S2
ريشة مفتوحة من خلية ضوئية	I0.2	B1
ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار العودة	I0.3	SQ3
ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار الذهاب	I0.4	SQ4
ملف الصمام	Q2.0	Y2

والشكل (٦-٣٣) يعرض الشكل السلمى لتحقيق المطلوب وذلك باستخدام عداد مع استبدال معاملات المداخل والمخارج برموزها من أجل التسهيل.

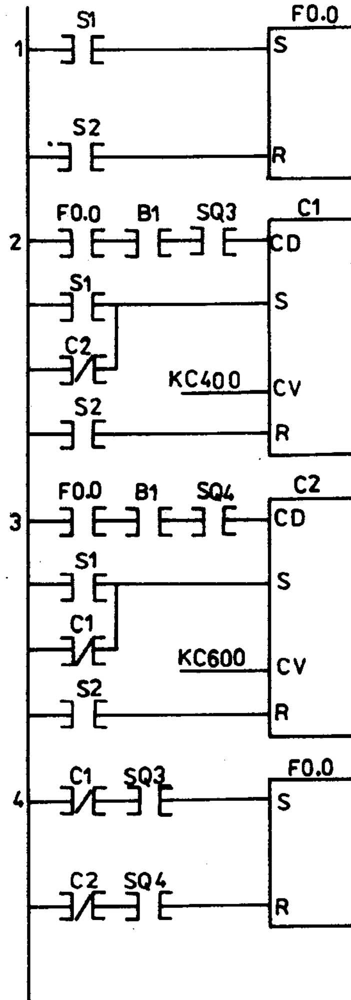


الشكل (٦-٣٣)

نظرية التشغيل:

عند الضغط على S1 يحدث إمساك لعلم التشغيل F0.0 وعند مرور عبوة على السير الأول تصل نبضة عالية إلى المدخل التصاعدى للعداد فيصبح العدد المحمل به العداد 1 وكلما مرت عبوة على السير الأول يزداد العدد المحمل به العداد بمقدار 1 وعند وصول العدد المحمل به العداد إلى ثلاثمائة يصبح خرج عملية المقارنة عاليًا ويصبح حالة العلم F0.1 عاليًا. وبالتالى يكتمل مسار الإمساك للمخرج Y2 وتتقدم الأسطوانة A للامام فيتغير وضع القنطرة لتنقل العبوات من السير الأول إلى السير

الثالث وفى نفس الوقت يحدث تحرير للعداد C1 ويصبح العدد المحمل به العداد صفراً.



الشكل (٦-٣٤)

وتتكرر عملية عد العبوات المارة على السير الأول والمتجهة إلى السير الثالث وعندما يصبح العدد المحمل به العداد C1 يساوى 300 تصبح حالة F0.1 عالية ويكتمل مسار تيار مدخل تحرير المخرج Y2، وتتراجع الأسطوانة للخلف فيتغير وضع القنطرة لتنقل العبوات من السير الأول إلى السير الثانى. وهكذا علماً بأنه يمكن إيقاف وحدة التعبئة بالضغط على الضاغط S2 والذى يعمل تحريراً لكل من F0.0, C1, Y2.

والشكل (٦-٣٤) يعرض الشكل السلمى لهذه الوحدة بحيث يتم نقل 400 عبوة من السير 1 إلى السير 2, 600 عبوة من السير 1 إلى السير 3 مع استبدال معاملات المداخل والمخارج برموزها للتسهيل.

نظرية التشغيل:

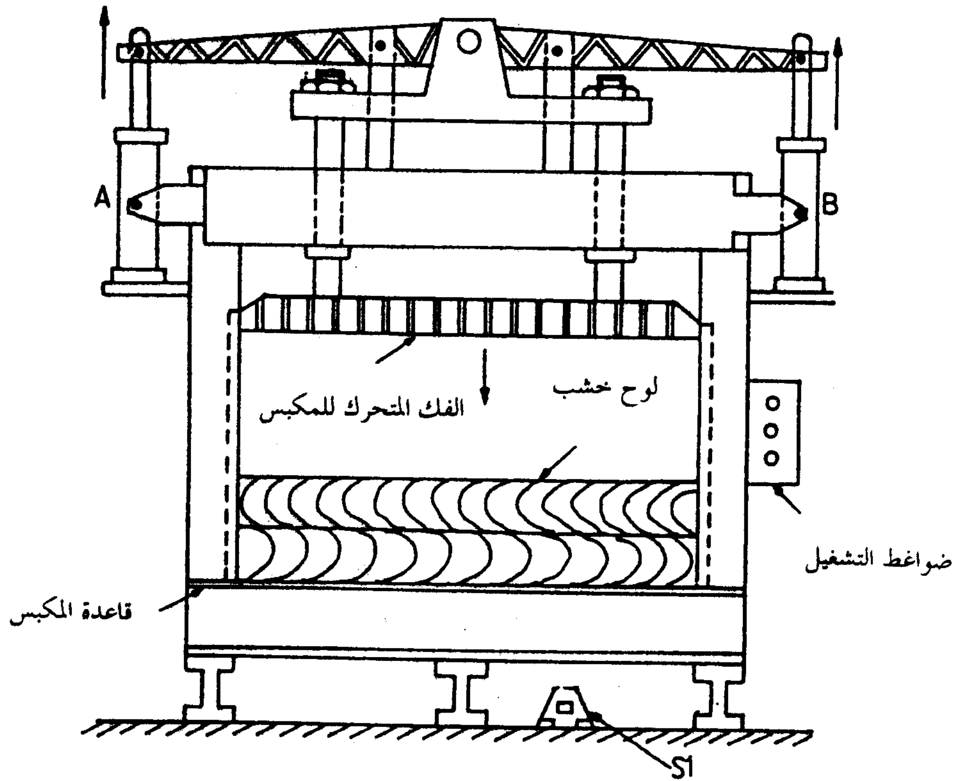
عند الضغط على الضاغط S1 تصبح حالة علم التشغيل F0.0 عالية (1) وكذلك يحمل كل من العداد C1 بالعدد 400 والعداد C2 بالعدد 600 وعند مرور العبوات من السير الأول إلى السير الثانى تصل نبضات عالية إلى مدخل العد التنازلى للعداد C1، وعندما يصبح العدد المحمل به العداد C1 مساوياً صفراً يكتمل مسار إمساك Y2 وتتقدم الأسطوانة للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ4 وتنتقل العبوات من السير الأول إلى السير الثالث وتصل نبضات عالية إلى مدخل العد التنازلى للعداد C2 وعندما يصبح العدد المحمل

به C2 مساويًا صفرًا يكتمل مسار التحرير للمخرج Y2 وتتراجع الأسطوانة للخلف وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ3. وفى نفس الوقت يكتمل مسار إمساك العداد C1 فيحمل العداد بالعدد 400 وتتكرر دورة التشغيل.

ويمكن إيقاف الوحدة فى أى لحظة بواسطة الضاغط S2 والذى يعمل على إعادة القنطرة إلى السير الثانى حيث يعمل على تحرير كل من F0.0, C1. C2.

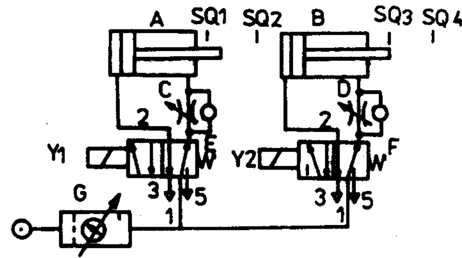
٦ / ١٤- التمرين الرابع عشر:

الشكل (٦-٣٥) يبين المخطط التقنى لمكبس أخشاب.



الشكل (٦-٣٥)

وفى الشكل (٦-٣٦) الدائرة الهوائية لهذا المكبس.



الشكل (٦-٣٦)

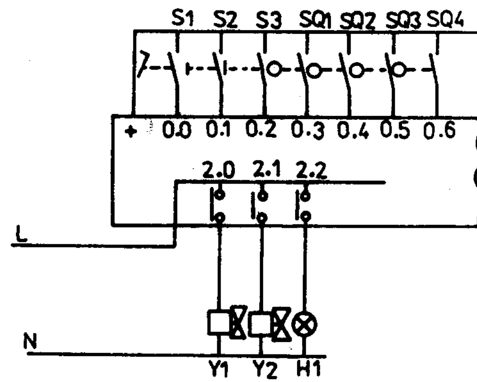
محتويات الدائرة الهوائية:

أسطوانات ثنائية الفعل	A,B
صمامات خانقة لارجعية قابلة للمعايرة	C,D
صمامات اتجاهية 5/2 بملف ويای	E,F
وحدة الخدمة	G

وفيما يلى قائمة التخصيص عند استخدام صمام 5/2 بملف وياى:

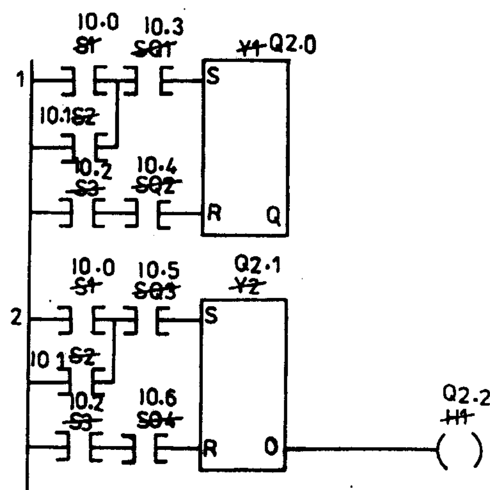
التعليق	المعامل	الرمز
ريشة مفتوحة من بدال التشغيل	I0.0	S1
ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل	I0.1	S2
ريشة مفتوحة من ضاغط الإيقاف	I0.2	S3
ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار عودة الأسطوانة A	I0.3	SQ1
ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار ذهاب الأسطوانة A	I0.4	SQ2
ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار عودة الأسطوانة B	I0.5	SQ3
ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار ذهاب الأسطوانة B	I0.6	SQ4
ملف صمام الأسطوانة A	Q2.0	Y1
ملف صمام الأسطوانة B	Q2.1	Y2
لمبة بيان تشغيل المكبس	Q2.2	H1

والشكل (٦-٣٧) يبين مخطط التوصيل مع جهاز plc لهذا المكبس عند استخدام صمامات 5/2 بملف وياى.



الشكل (٦-٣٧)

والشكل (٦-٣٨) يبين الشكل السلمى لهذا المكبس.

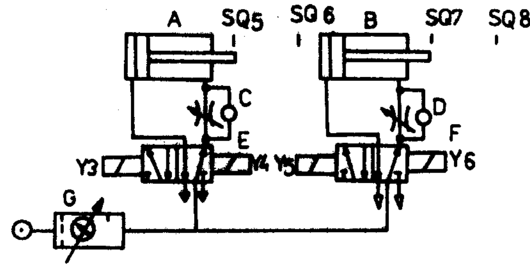


الشكل (٦-٣٨)

نظرية التشغيل:

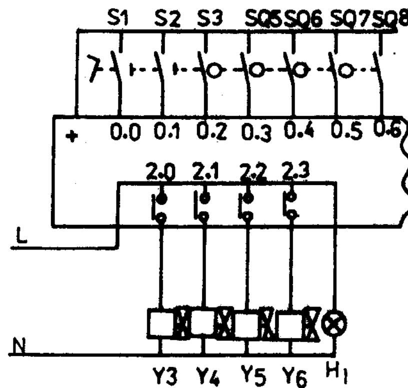
عند الضغط على البدال S1 أو ضاغط التشغيل S2 يكتمل مسار تيار الإمساك للملف Y1 وكذلك الملف Y2 فتتقدم الأسطوانتان فتتقدم الأسطوانة A لتصل لمفتاح نهاية المشوار SQ2 وتتقدم الأسطوانة B وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ4، وكذك تضيء لمبة البيان H1 ويمكن إيقاف المكبس وذلك بالضغط على الضاغط S2 فيكتمل مسار تحرير Y1,Y2 وتتراجع الأسطوانتان للخلف وتنطفئ لمبة البيان H1.

والشكل (٦-٣٩) يبين الدائرة الهوائية لهذا المكبس باستخدام أسطوانتين ثنائيتي الفعل تعمل بصمامي 5/2 بملفين.



الشكل (٦-٣٩)

والشكل (٦-٤٠) يبين مخطط التوصيل مع جهاز PLC عند استخدام صمامات 5/2 بملفين.

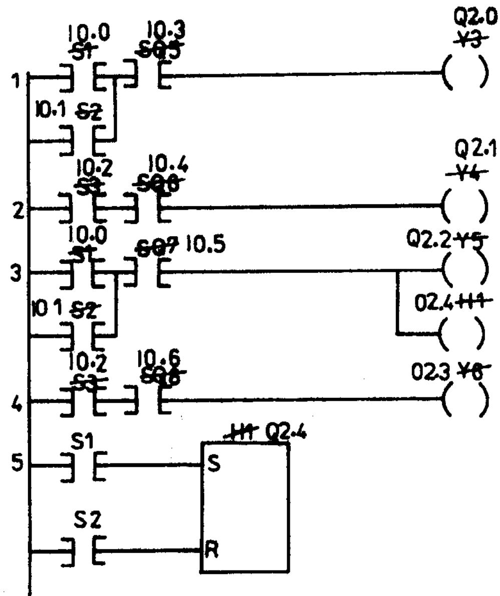


الشكل (٦-٤٠)

وفيما يلى قائمة التخصيص عند استخدام صمامى 5/2 بملفين :

الرمز	المعامل	التعليق
S1	I0.0	ريشة مفتوحة من بدال التشغيل
S2	I0.1	ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل
S3	I0.2	ريشة مفتوحة من ضاغط الإيقاف
SQ5	I0.3	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار عودة الأسطوانة A
SQ6	I0.4	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار ذهاب الأسطوانة A
SQ7	I0.5	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار عودة الأسطوانة B
SQ8	I0.6	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار ذهاب الأسطوانة B
Y3	Q2.0	ملف الصمام E للحصول على الحركة +A
Y4	Q2.1	ملف الصمام E للحصول على الحركة -A
Y5	Q2.2	ملف الصمام F للحصول على الحركة +B
Y6	Q2.3	ملف الصمام F للحصول على الحركة -B
H1	Q2.4	لمبة بيان التشغيل

والشكل (٦-٤١) يبين الشكل السلمى لهذا المكبس عند استخدام صمامى 5/2 بملفين.



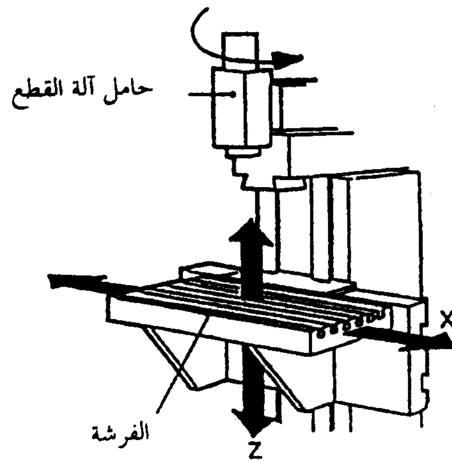
الشكل (٦-٤١)

نظرية التشغيل :

عند الضغط على البدال S1 أو الضاغط S2 يكتمل مسار تيار Y3, Y5, H وتتقدم الأسطوانة A والأسطوانة B وتضىء لمبة البيان H1 . وعند الضغط على الضاغط S2 يكتمل مسار تيار Y4, Y6 ويحدث تحرير للمبة البيان H1 وتتراجع الأسطوانة A,B وتنطفئ لمبة البيانH1 .

٦ / ١٥- التمرين الخامس عشر :

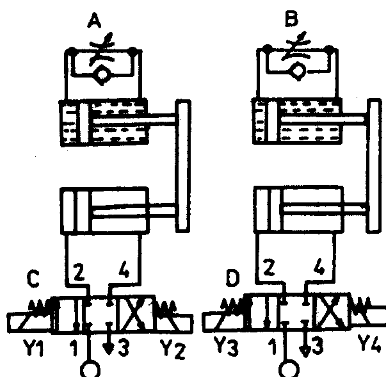
والشكل (٦-٤٢) يبين المخطط التقنى لفريزة رأسية تتكون من أسطوانة A لتحريك فرشة تثبيت الشغلة جهة المحور Z أى لأعلى ولأسفل وأسطوانة B لتحريك الفرشة جهة المحور الأفقى X وذلك لعمل التغذية اللازمة جهة اليمين أو اليسار ومحرك كهربى لإدارة ظرف تثبيت آلة القطع.



الشكل (٦-٤٢)

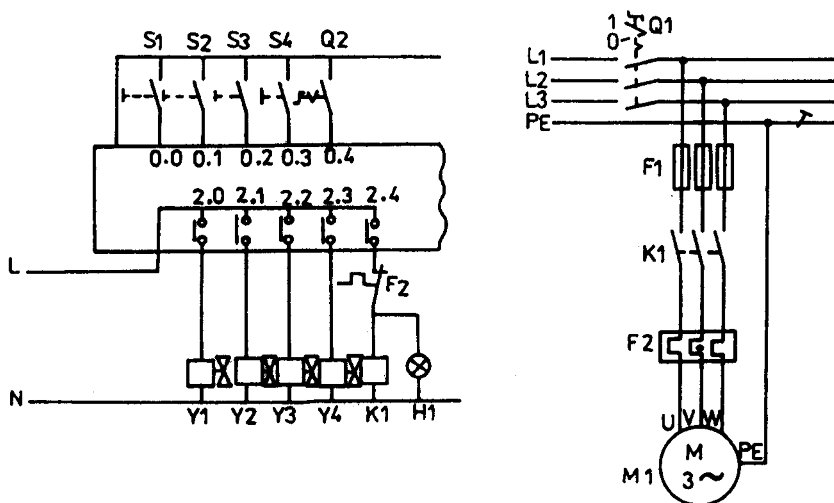
ولتشغيل الفريزة يقوم المشغل فى البداية بالتثبيت الميكانيكى للشغلة، ثم يقوم بضبط الشغلة فى مستوى آلة القطع بواسطة الضواغط S1, S2, S3, S4 . وبعد ذلك يقوم بإدارة الظرف الحامل لآلة القطع بواسطة المفتاح Q1 . ويمكن عمل التغذية اللازمة جهة اليمين أو اليسار بواسطة الضواغط S3, S4 . ويمكن إيقاف أى حركة لفرشة تثبيت الشغلة بمجرد إزالة الضغط اليدوى عن ضواغط تحريك الفرشة ويمكن إيقاف آلة القطع بإعادة المفتاح Q1 لوضع OFF .

وفى الشكل (٦-٤٣) يبين الدائرة الهوائية لهذه الفريزة ويلاحظ أنه استخدم أسطوانتان زيتيتان للتحكم فى حركة الفرشة . وكذلك استخدم صمامان 4/3 بوضع تعادل (مركزى) مغلق لإمكانية إيقاف الأسطوانات عند أى نقطة .



الشكل (٦-٤٣)

والشكل (٦-٤٤) يبين الدائرة الرئيسية (الشكل أ) ومخطط التوصيل مع PLC (الشكل ب) .



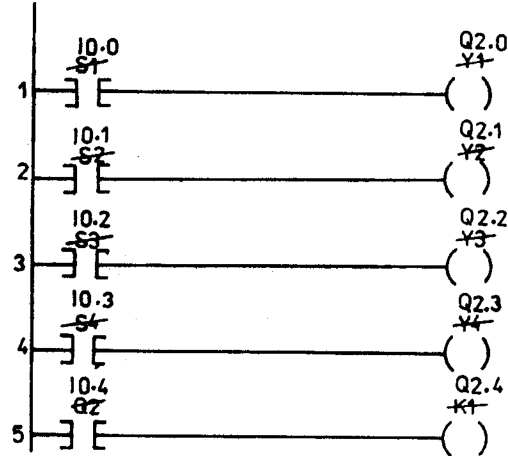
ب أ

الشكل (٦-٤٤)

وفيما يلى قائمة التخصيص :

الرمز	المعامل	التعليق
S1	I0.0	ضاغط تحريك الفرشة لأعلى
S2	I0.1	ضاغط تحريك الفرشة لأسفل
S3	I0.2	ضاغط تحريك الفرشة يمينًا
S4	I0.3	ضاغط تحريك الفرشة يسارًا
Q2	I0.4	مفتاح تشغيل المحرك
Y1	Q2.0	ملف الذهاب للصمام C
Y2	Q2.1	ملف العودة للصمام C
Y3	Q2.2	ملف الذهاب للصمام D
Y4	Q2.3	ملف العودة للصمام D
H1	Q2.4	

والشكل (٦-٤٥) يبين الشكل السلمى لهذه الفريزة .



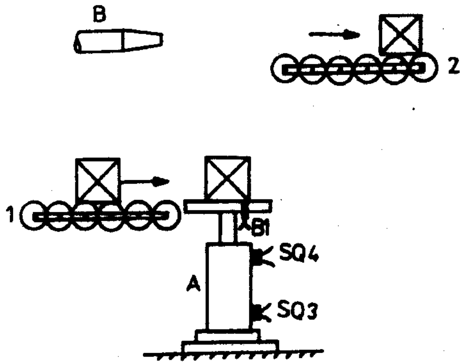
الشكل (٦-٤٥)

نظرية التشغيل:

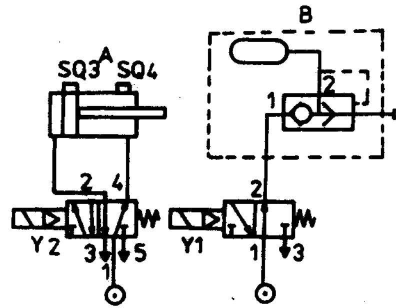
عند الضغط على الضاغط S1 يكتمل مسار تيار Y1 فتتقدم الأسطوانة A للأمام وتتحرك الفرشة لأعلى لحين إزالة الضغط عن الضاغط S1 فتتوقف الأسطوانة عند آخر وضع وصلت إليه، وكذلك تتوقف الفرشة عند آخر وضع وصلت إليه. وعند الضغط على S2 يكتمل مسار تيار Y2 فتتراجع الأسطوانة A للخلف وتتحرك الفرشة لأسفل لحين إزالة الضغط عن الضاغط S2 فتتوقف الفرشة عند آخر وضع وصلت إليه. وعند الضغط على الضاغط S3 يكتمل مسار تيار Y3 وتتقدم الأسطوانة B، وتتحرك الفرشة يساراً لحين إزالة الضغط عن S4 وبعد ضبط الفرشة في المكان المطلوب يتم إدارة المحرك بغلق المفتاح Q2 فيكتمل مسار تيار الكونتاكتور K1 ويدور المحرك. ويمكن إيقاف محرك الظرف بإعادة وضع المفتاح Q2 لوضع الإيقاف علماً بأنه تم توصيل الكونتاكتور K1 مع المخرج Q2.4 لجهاز PLC عبر ريشة مغلقة للمتمم الحرارى F2 حيث يفصل الكونتاكتور عند زيادة الحمل على المحرك علماً بأن هذا يمكن تحققه ببرنامج بدلاً من التوصيل المباشر للمتمم الحرارى.

٦ / ١٦- التمرين السادس عشر:

الشكل (٦-٤٦) يعرض المخطط التقنى لوحدة نقل صناديق من سير لآخر مزودة بأسطوانة A ومنفاخ هوائى B. والشكل (٦-٤٧) يبين الدائرة الهوائية لهذه الوحدة باستخدام أسطوانة ثنائية الفعل A وصمام 5/2 بملف وياى C ومنفاخ هوائى B يتكون من خزان هواء وصمام تصريف سريع ويتم تشغيله بواسطة صمام 3/2 بملف وياى D.

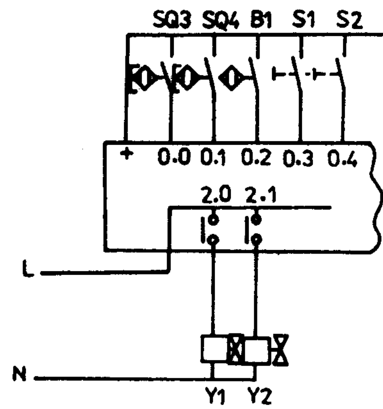


الشكل (٦-٤٦)



الشكل (٦-٤٧)

والشكل (٦-٤٨) يبين مخطط التوصيل مع جهاز PLC لهذه الوحدة .

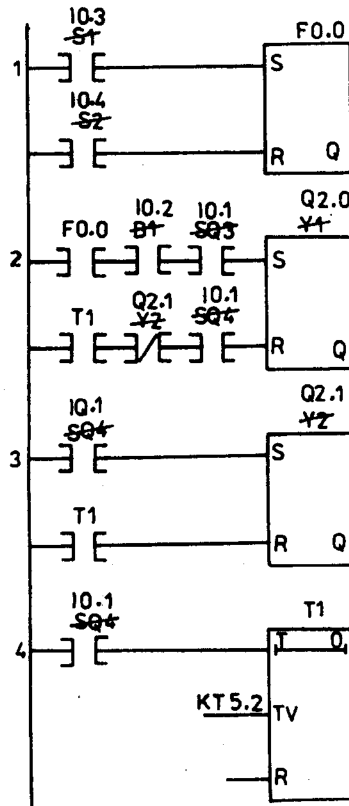


الشكل (٦-٤٨)

وفيما يلى قائمة التخصيص لهذه الوحدة :

التعليق	المعامل	الرمز
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى مغناطيسى	I0.0	SQ3
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى مغناطيسى	I0.1	SQ4
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى سعوى	I0.2	B1
ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل	I0.3	S1
ريشة مفتوحة من ضاغط الإيقاف	I0.4	S2
ملف الصمام C	Q2.0	Y1
ملف الصمام D	Q2.1	Y2

والشكل (٦-٤٩) يبين الشكل السلمى لهذه الوحدة.



الشكل (٦-٤٩)

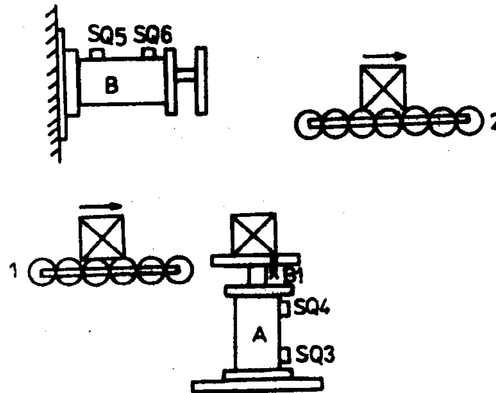
نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S1 يحدث إمساك للعلم F0.0 وعند وصول صندوق لمكان المفتاح التقاربى B1 من السير 1 وحيث إن الأسطوانة A متراجعة لذلك فإن SQ3 يكون مغلقًا فيكتمل مسار تيار Y1 وتتقدم الأسطوانة للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ4 فيكتمل مسار Y2 ويعمل المنفاخ على دفع الصندوق من على المنضدة المثبتة على الأسطوانة A لينتقل الصندوق إلى السير 2 وفى نفس الوقت يعمل المؤقت T1 وبعد انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت والذى يساوى 5 ثوان يحدث تحرير للملف Y2 فيتوقف المنفاخ عن العمل ثم بعد ذلك يحدث تحرير للملف Y1 فتتراجع الأسطوانة A للخلف استعداداً لتكرير دورة التشغيل مع صندوق آخر.

ويمكن إيقاف الوحدة عن العمل بالضغط على الضاغط S2 والذى يحدث تحريراً لعلم التشغيل F0.0.

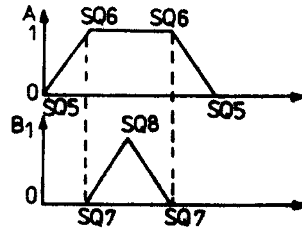
٦/١٧- التمرين السابع عشر :

الشكل (٦-٥٠) يعرض المخطط التقنى لوحدة نقل الصناديق من سير لآخر فى مستويين مختلفين باستخدام أسطوانتين هوائيتين.



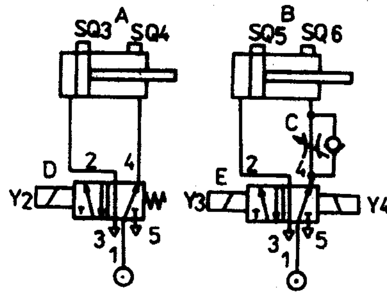
الشكل (٦-٥٠)

والشكل (٦-٥١) يبين مخطط الإزاحة لهذه الوحدة، من هذا الشكل نستنتج أن تتابع التشغيل من اليسار إلى اليمين كما يلي: (A+,B+,B-,A-) أي تقدم الأسطوانة A لرفع الصندوق عند وصوله للمنضدة، ثم تقدم الأسطوانة B لرفع الصندوق من على المنضدة إلى السير الثاني، ثم تراجع الأسطوانة B ثم تراجع الأسطوانة A.



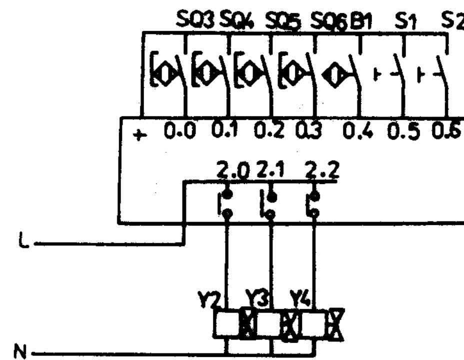
الشكل (٦-٥١)

والشكل (٦-٥٢) يبين الدائرة الهوائية لهذه الوحدة.



الشكل (٦-٥٢)

والشكل (٦-٥٣) يبين مخطط التوصيل مع جهاز PLC.

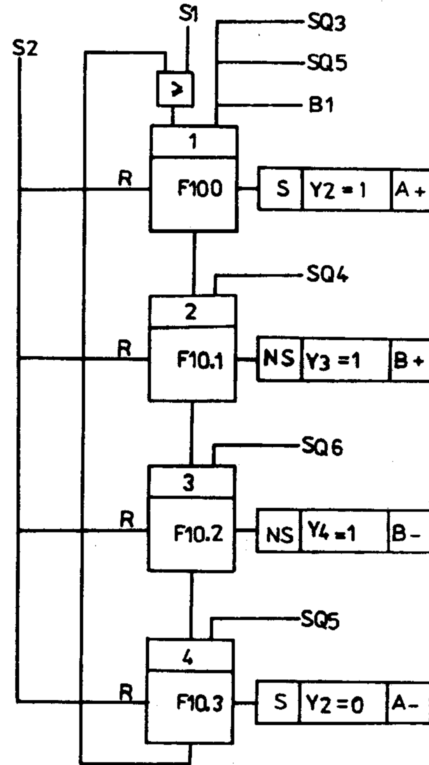


الشكل (٦-٥٣)

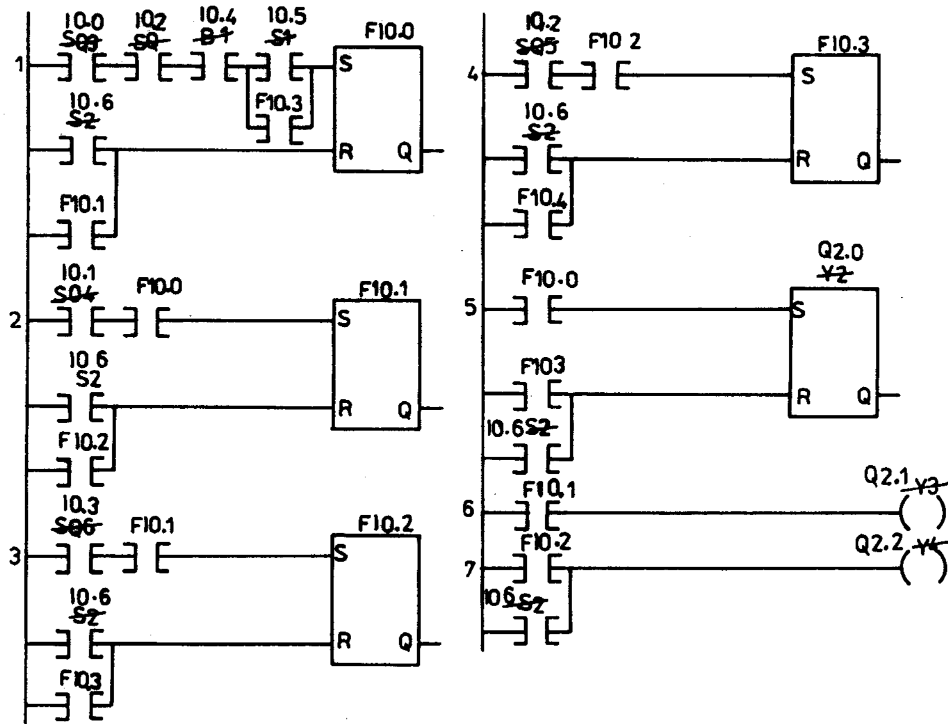
قائمة التخصيص :

التعليق	المعامل	الرمز
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى مغناطيسى	I0.0	SQ3
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى مغناطيسى	I0.1	SQ4
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى مغناطيسى	I0.2	SQ5
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى مغناطيسى	I0.3	SQ6
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى سعوى	I0.4	B1
ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل	I0.5	S1
ريشة مفتوحة من ضاغط الإيقاف	I0.6	S2
ملف الصمام D	Q2.0	Y2
ملف الذهاب للصمام E	Q2.1	Y3
ملف العودة للصمام E	Q2.2	Y4

والشكل (٦-٥٤) يعرض خريطة التدفق التتابعية Sequential Flow Chart والتى تساعد على استنتاج الشكل السلمى والشكل (٦-٥٥) يبين الشكل السلمى .



الشكل (٦-٥٤)



الشكل (٦-٥٥)

نظرية التشغيل:

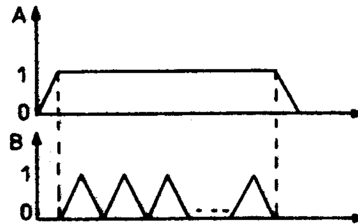
عندما يكون مكبس الأسطوانة A فى مقابلة SQ1، ومكبس الأسطوانة B فى مقابلة SQ2، ووصل صندوق إلى المنضدة فى مقابلة B1 وقام المشغل بالضغط على الضاغط S1 تتحقق شروط الخطوة الأولى وتصبح حالة العلم F10.0 مساوية 1 .

وتباعًا يحدث إمساك نلملف Y2 وتتقدم الأسطوانة A للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ4 فى هذه الحالة تتحقق شروط الخطوة الثانية ويحدث إمساك للعلم F10.1 وفى نفس الوقت يحدث تحرير للخطوة الأولى وتصبح حالة F10.0 مساويًا 0 وكذلك تصبح حالة الملف Y3 مساوية 1 وتتقدم الأسطوانة B للأمام وصولاً لمفتاح

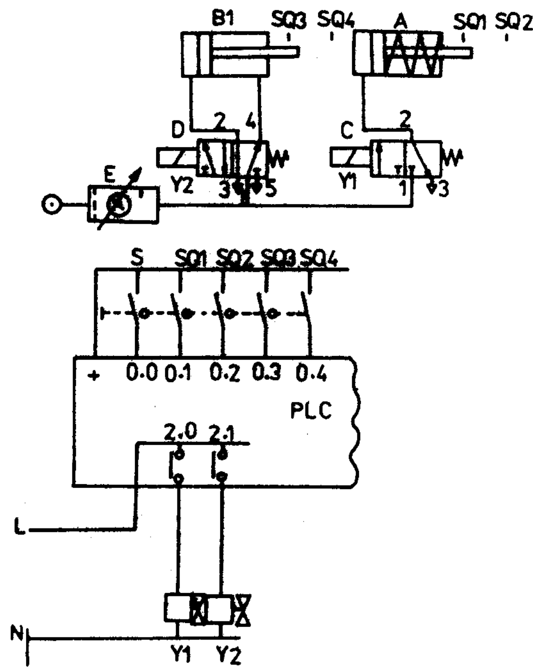
نهاية المشوار SQ6 . فى هذه الحالة تتحقق شروط الخطوة الثالثة ويحدث إمساك للعلم F10.2 وفى نفس الوقت يحدث تحرير للخطوة الثانية وتصبح حالة F10.1 مساوية 0 وكذلك تصبح حالة الملف Y4 مساوية 1 فتتراجع الأسطوانة B للخلف وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ5 فتتحقق شروط الخطوة الرابعة ويحدث إمساك للعلم F10.3 وفى نفس الوقت يحدث تحرير للخطوة الثالثة وتصبح حالة F10.2 مساوية 0، وكذلك يحدث تحرير للملف Y2 وتصبح حالته 0، وتتراجع الأسطوانة A للخلف وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ3، ثم تتكرر دورة التشغيل السابقة.
ويمكن إيقاف الوحدة فى أى لحظة بالضغط على الضاغط S2 والذى يعمل على تحرير علم الخطوة التى فى حالة تشغيل، وكذلك تحرير الملف Y2 وتشغيل الملف Y4 وذلك لإرجاع الأسطوانتين A,B للخلف.

٦ / ١٨- التمرين الثامن عشر :

الشكل (٦-٥٦) يبين مخطط الإزاحة لوحدة تجميع كراسى المحور حيث تقوم الأسطوانة A بتثبيت كرسى المحور وتقوم الأسطوانة B بضخ الشحم داخل كرسى المحور. ويمكن التحكم فى كمية الشحم الذى يتم حقنه فى كرسى المحور بتغيير الزمن T وذلك تبعًا لحجم كرسى المحور والشكل (٦-٥٧) يبين الدائرة الهوائية لوحدة تجميع كراسى المحور والتى بصددها (الشكل أ) وكذلك مخطط التوصيل مع جهاز PLC (الشكل ب).



الشكل (٦-٥٦)

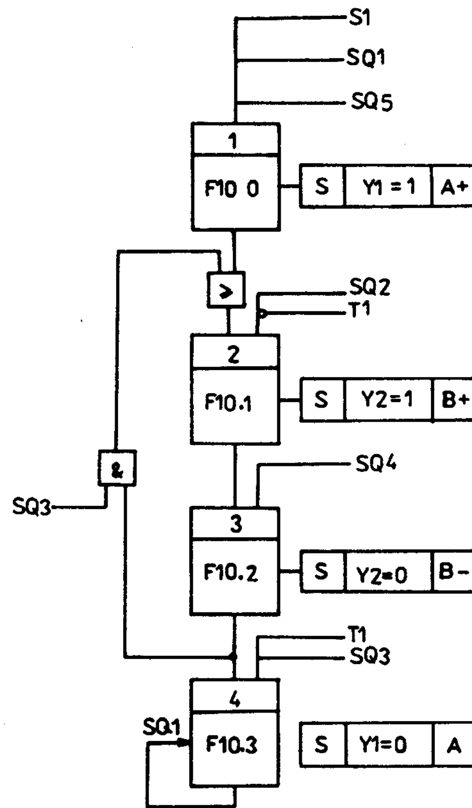


الشكل (٦-٥٧)

وفيما يلي قائمة التخصيص :

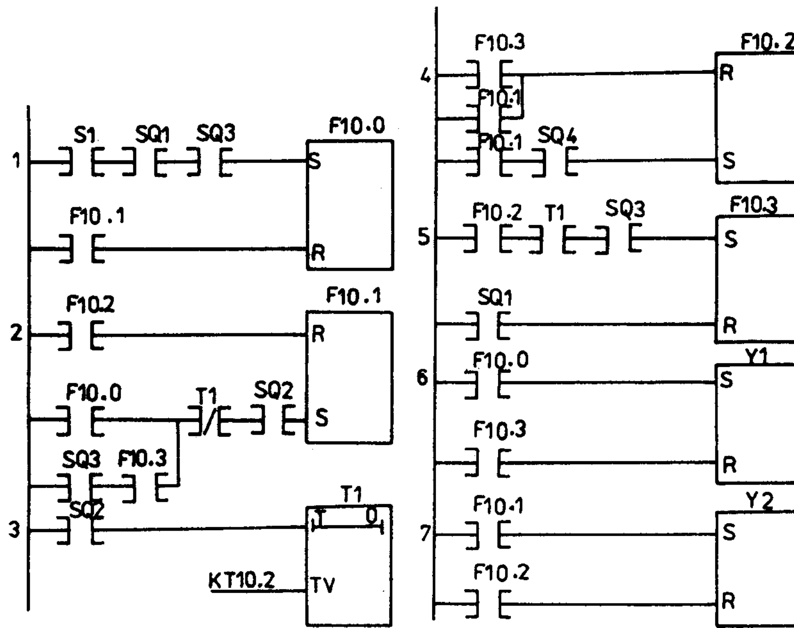
التعليق	المعامل	الرمز
ضاغط التشغيل	I0.0	S1
ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار عودة A	I0.1	SQ1
ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار ذهاب A	I0.2	SQ2
ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار عودة B	I0.3	SQ3
ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار ذهاب B	I0.4	SQ4
ملف الصمام C	Q2.0	Y1
ملف الصمام D	Q2.1	Y2

والشكل (٦-٥٨) يبين خريطة التدفق التتابعية لهذه الوحدة والتى تساعد فى استنتاج الشكل السلمى.



الشكل (٦-٥٨)

والشكل (٦-٥٩) يبين الشكل السلمى لهذه الوحدة والمستنتج من خريطة التدفق التتابعية.



الشكل (٦-٥٩)

نظرية التشغيل:

عندمـا يكون مكبس الأسطوانة A فى مقـابلة SQ3 ومكبس الأسطوانة B فى مقابلة SQ5 وعند الضغط على الضاغط S1 تكون شروط الخطوة الأولى قد تحققت ويحدث إمساك للعلم F10.0 ويحدث إمساك لقلاب Y1 وتتقدم الأسطوانة A للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ2 فيعمل المؤقت T1 وفى هذه الحالة تكون شروط تشغيل الخطوة الثانية قد تحققت فيحدث إمساك للعلم F10.0 وتباعًا يحدث إمساك للقلاب Y2 وتتقدم الأسطوانة B للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ4 وحينئذ تكون شروط تشغيل الخطوة الثالثة قد تحققت فيحدث إمساك للعلم F10.2 وتباعًا يحدث تحرير للقلاب Y2، وتتراجع الأسطوانة B للخلف وصولاً لمفتاح نهاية

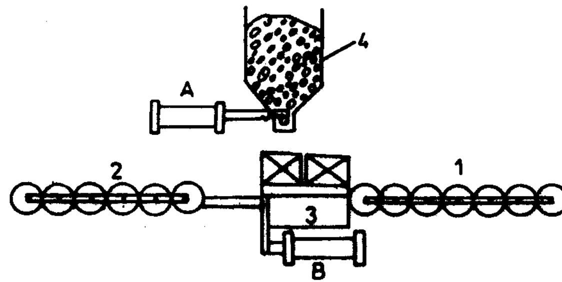
المشوار SQ3. وفى حالة عدم انتهاء الزمن المعاير عليه المؤقت T1 تتكرر الخطوتين الثانية والثالثة حتى ينتهى الزمن المعاير عليه المؤقت T1 تتكرر الخطوتان الثانية والثالثة حتى ينتهى الزمن المعاير عليه المؤقت T1 فحينئذ تكون شروط الخطوة الرابعة قد تحققت فيحدث إمساك للقلاب F10.3 وتباعًا يحدث تحرير للقلاب Y1، وتتراجع الأسطوانة A للخلف وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ1 وفى هذه الحالة يحدث تحرير للقلاب F10.3 وتكون عملية تجميع كرسى المحور قد اكتملت.

والجدير بالذكر أن الخطوات الموجودة داخل الحلقة Loop يجب أن تكون لها أفضلية للإمساك فيلاحظ من الشكل السلمى أن القلابات F10.2 و F10.1 لها أفضلية للإمساك فعندما يكتمل مسار التيار لمدخل الإمساك والتحرير معًا يحدث إمساك لها.

٦ / ١٩- التمرين التاسع عشر:

الشكل (٦-٦٠) يعرض المخطط التقنى لوحدة تعبئة الحجر الجيرى حيث إن:

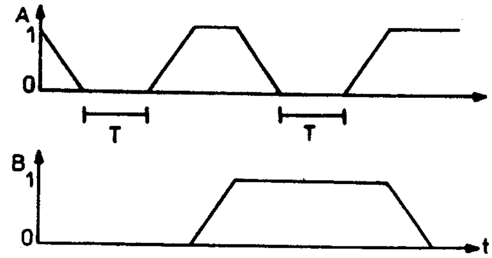
سير	1, 2
طاولة منزلقة	3
صومعة الحجر الجيرى	4



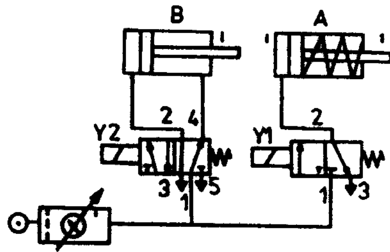
الشكل (٦-٦٠)

فعند الضغط على ضاغط التشغيل فإن الصومعة 4 تفتح بوابتها بواسطة الأسطوانة A فيملأ الصندوق الموجود أسفل قادوس الصومعة بالحجر الجيرى وذلك خلال فترة زمنية

ثلاث ثوان بعد ذلك تغلق بوابة قادوس الصومعة مرة أخرى بواسطة الأسطوانة A، ثم تقوم الأسطوانة B بتحريك الطاولة المنزلقة وتتكرر دورة التشغيل لملء الصندوق الثانى الموجود على الطاولة المنزلقة، ثم يتم نقل الصندوقين بعد ملئهما بالحجر الجيرى إلى السير 2، ثم تعود الأسطوانة B لوضعها الطبيعى وتتكرر دورة التشغيل بعد انتقال صندوقين آخرين على الطاولة المنزلقة من السير والشكل (٦-٦١) يبين مخطط الإزاحة لهذه الوحدة.



الشكل (٦-٦١)



الشكل (٦-٦٢)

والشكل (٦-٦٢) يبين الدائرة الهوائية لهذه الوحدة.

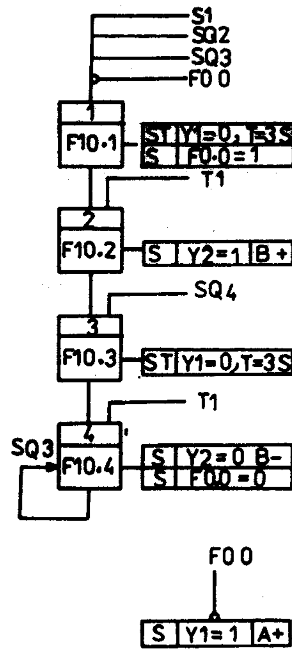
والجدير بالذكر أن مخطط التوصيل مع جهاز PLC لا يختلف عن المبين بالشكل (٦-٥٧).

وفيما يلى قائمة التخصيص:

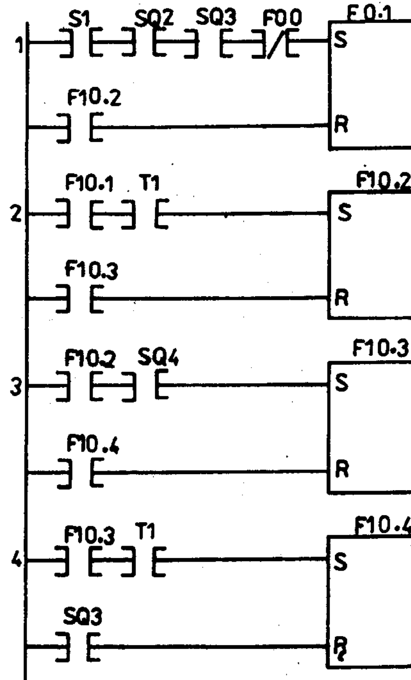
الرمز	المعامل	التعليق
S1	I0.0	ضاغط التشغيل
SQ1	I0.1	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار عودة A
SQ2	I0.2	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار ذهاب A
SQ3	I0.3	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار عودة B
SQ4	I0.4	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار ذهاب B
Y1	Q2.0	ملف الصمام C
Y2	Q2.1	ملف الصمام D

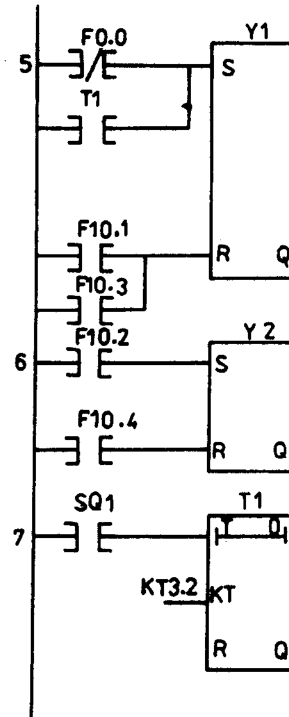
والشكل (٦-٦٣) يبين خريطة التدفق التتابعية لهذه الوحدة.

والشكل (٦-٦٤) يبين الشكل السلمى لهذه الوحدة علمًا بأنه تم استبدال معاملات المداخل والمخارج برموزها، وذلك من أجل تسهيل عملية فهم الشكل السلمى وعند إدخال الشكل السلمى إما فى صورته أو بلغة قائمة الجمل يجب إعادة الرموز إلى معاملاتها المدونة فى قائمة التخصيص السابقة.



الشكل (٦-٦٣)





الشكل (٦-٦٤)

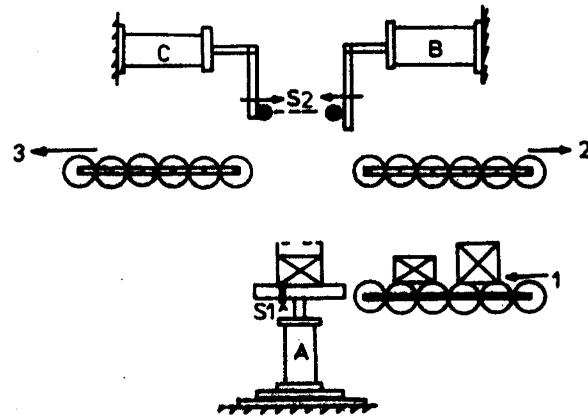
نظرية التشغيل:

فى بادئ الأمر بمجرد توصيل التيار الكهربى للجهاز تكون حالة علم التشغيل F0.0 مساوية 0 ومن ثم يكتمل مسار تيار الملف Y1 فتتقدم الأسطوانة A للأمام لتغلق بوابة قادوس الصومعة 4 وعند الضغط على ضاغط التشغيل S1، وعندما تكون الأسطوانة B متراجعة والأسطوانة A متقدمة وعلم التشغيل F0.0 حالته 0 فإن مسار إمساك القلاب F10.1 يكتمل وتعمل الخطوة الأولى فتتراجع الأسطوانة A لمدة ثلاث ثوان ثم تتقدم تلقائيًا وبعد انتهاء هذا الزمن تتحقق شروط تشغيل الخطوة الثانية فيحدث إمساك للقلاب F10.2 وتباعًا يحدث تحرير للقلاب F10.1، وتتقدم الأسطوانة B للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ4 فتتحقق شروط الخطوة الثالثة ويكتمل مسار إمساك القلاب F10.3 وتباعًا يحدث تحرير للقلاب F10.2 ويحدث تراجع للأسطوانة A للخلف لمدة ثلاث ثوان بعدها تتقدم الأسطوانة A للأمام وبعد انتهاء زمن المؤقت T1 يكتمل مسار إمساك القلاب F10.4 فتعمل الخطوة الرابعة ويحدث تحرير للقلاب F10.3 وتتراجع الاسطوانة B للخلف وصولا لمفتاح نهاية المشوار SQ3 والذى يحدث تحريرًا للقلاب F10.4 وتنتهى دورة التشغيل علمًا بأن علم التشغيل F0.0 له وظيفتان وهما: منع بدء دورة التشغيل إلا بعد انتهائها وذلك عند الضغط على الضاغط S1 أثناء دورة التشغيل، وكذلك تسهيل عملية تقدم الأسطوانة Aقبل بدء التشغيل ويتم تشغيل علم التشغيل F0.0 بواسطة الخطوة الأولى F10.1 وتحريره بواسطة الخطوة الرابعة F10.4.

٦ / ٢٠- التمرين العشرون:

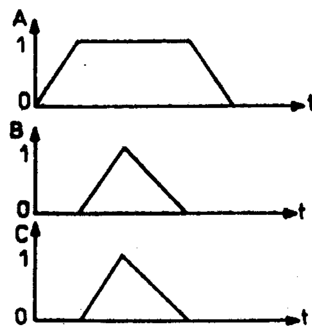
الشكل (٦-٦٥) يعرض المخطط التقنى لجهاز رفع نوعين من الصناديق فعند وصول التيار الكهربى للجهاز وعند تراجع جميع الأسطوانات للخلف ووصول صندوق لمنضدة الرفع المثبتة أعلى الأسطوانة A لأعلى فإذا كان الصندوق كبيرًا تقوم الأسطوانة C بدفع الصندوق إلى السير 2 أما إذا كان الصندوق من النوع الصغير تقوم الأسطوانة B بدفعه إلى السير 3 علما بأن حجم الصندوق يتم تحديده بواسطة الخلية الضوئية B1، فإذا عملت دل على أن الصندوق كبير والعكس بالعكس.

وبعد ذلك تتراجع الأسطوانية C أو الأسطوانة B للخلف ثم بعد ذلك تتراجع الأسطوانة A للخلف وتتكرر دورة التشغيل وهكذا.



الشكل (٦-٦٥)

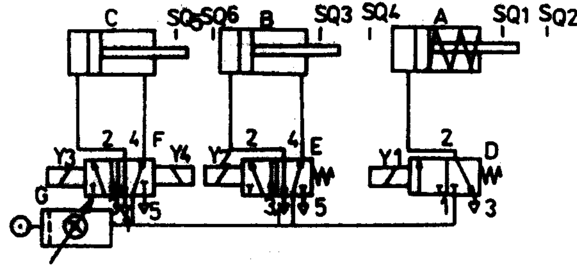
والشكل (٦-٦٦) يعرض مخطط الإزاحة لهذا الجهاز أما الشكل (٦-٦٧) فيعرض الدائرة الهوائية لهذا الجهاز (الشكل أ) ومخطط التوصيل مع جهاز PLC (الشكل ب)



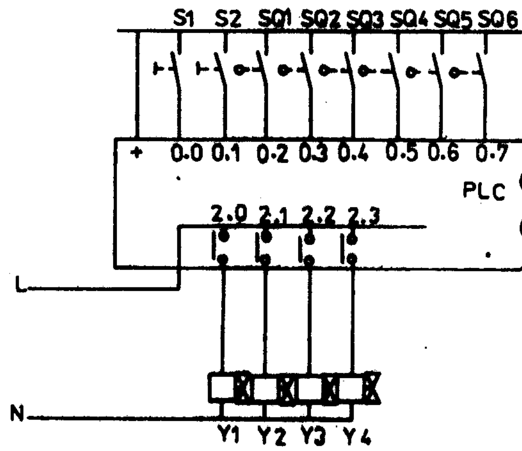
الشكل (٦-٦٦)

حيث إن

أسطوانة احادية الفعل	A
أسطوانتان ثنائيتا الفعل	B,C
صمامات اتجاهية	D,E,F
وحدة الخدمة	G



أ



ب

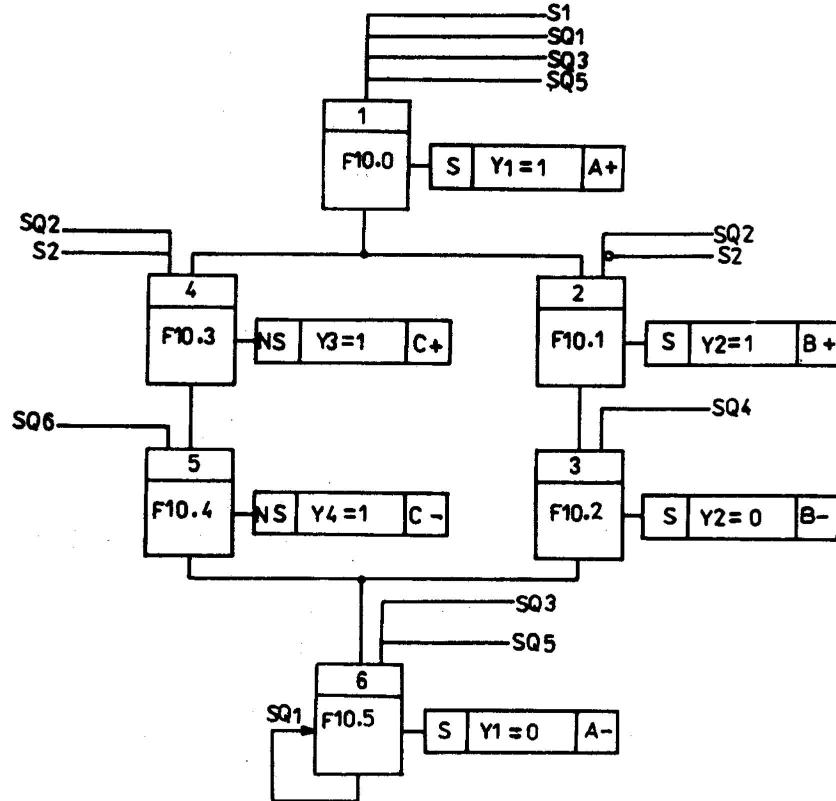
الشكل (٦-٦٧)

قائمة التخصيص:

الرمز	المعامل	التعليق
S1	I0.0	ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى سعوى موضوع بالمنضدة
S2	I0.1	ريشة مفتوحة من خلية ضوئية
SQ1	I0.2	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار عودة A
SQ2	I0.3	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار ذهاب A
SQ3	I0.4	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار عودة B
SQ4	I0.5	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار ذهاب B

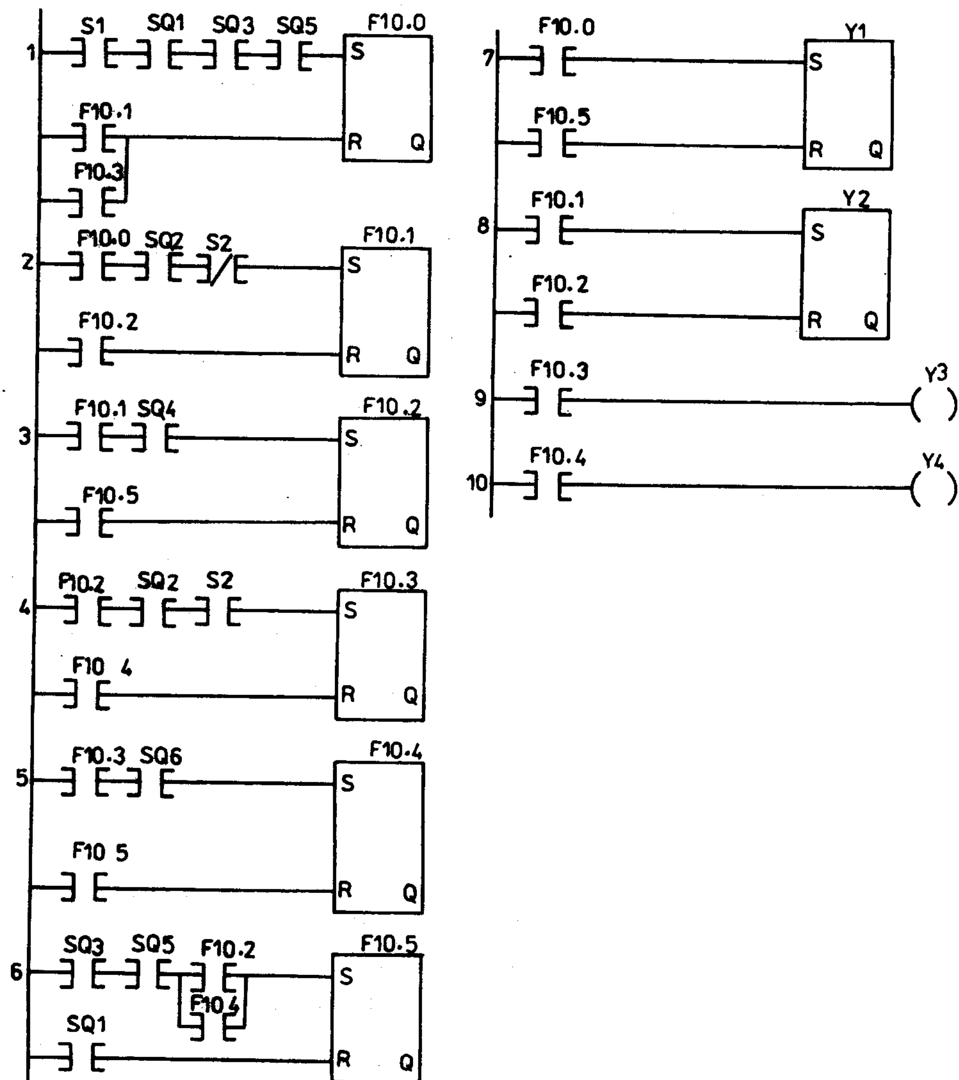
الرمز	المعامل	التعليق
SQ5	I0.6	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار عودة C
SQ6	I0.7	ريشة مفتوحة من مفتاح نهاية مشوار ذهاب C
Y1	Q2.0	ملف الصمام D
Y2	Q2.1	ملف الصمام E
Y3	Q2.2	ملف الذهاب للصمام F
Y4	Q2.3	ملف العودة للصمام F

والشكل (٦-٦٨) يعرض خريطة التدفق التتابعية لهذا الجهاز .



الشكل (٦-٦٨)

والشكل (٦-٦٩) يعرض الشكل السلمى لهذا الجهاز .



الشكل (٦-٦٩)

نظرية التشغيل :

عند وصول صندوق إلى المنضدة وعندما يكون فى مقابلة S1 وكذلك عندما تكون جميع الأسطوانات A,B,C متراجعة للخلف تتحقق شروط الخطوة الأولى فيحدث إمساك للقلاب F10.0، وتباعًا يحدث إمساك للقلاب Y1 وتتقدم الأسطوانة A للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ2 فهناك احتمالان :

الاحتمال الأول :

إذا كان الصندوق كبيراً فإن الخلية الضوئية سوف تعمل فتتحقق شروط الخطوة الرابعة فيحدث إمساك للقلاب F10.3 وتباعًا يكتمل مسار التيار للملف Y3 فتتقدم الأسطوانة C للأمام وصولا لمفتاح نهاية المشوار SQ6 ويندفع الصندوق إلى السير 2 فحينئذ تتحقق شروط الخطوة الخامسة، ويحدث إمساك للقلاب F10.4 وتباعًا يكتمل مسار التيار للملفY4 فتتراجع الأسطوانة C للخلف وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ5 .

الاحتمال الثانى :

إذا كان الصندوق صغيراً فإن الخلية الضوئية لن تعمل وبالتالى تتحقق شروط الخطوة الثانية، ويحدث إمساك للقلاب F10.1 وتباعًا يحدث إمساك للقلاب Y2 وتتقدم الأسطوانة B للأمام فتدفع الصندوق إلى السير Cوعند وصول الكامة المثبتة على عمود الأسطوانة B إلى المفتاح SQ4 تتحقق شروط الخطوة الثالثة فيحدث إمساك للقلاب F10.2 وتباعًا يحدث تحرير للقلاب Y2 ، وتتراجع الأسطوانة B للخلف وصولا لمفتاح نهاية المشوار SQ5 وسواء حدث الاحتمال الأول أو الثانى تتحقق شروط الخطوة الخامسة، ويحدث إمساك للقلاب F10.5 وتباعًا يحدث تحرير للقلاب Y1 وتتراجع الأسطوانة A للخلف وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ1 فيحدث تحرير للقلاب F10.5 .

وتتكرر دورة التشغيل السابقة من جديد عند وصول صندوق إلى المنضدة المثبتة أعلى الأسطوانة Aعند مكان المفتاح التقاربى السعوى S2 .

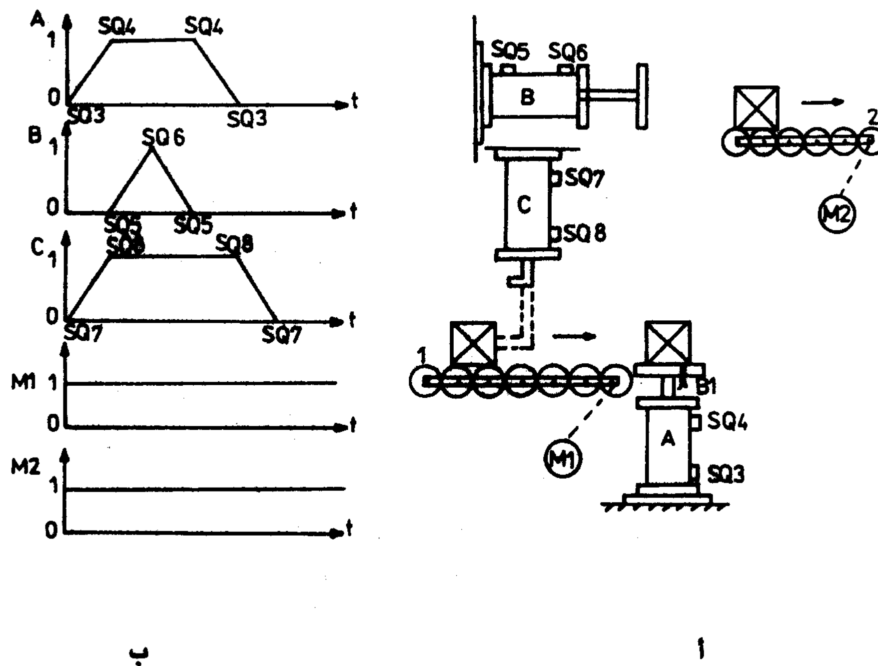
٦ / ٢١- التمرين الواحد والعشرون :

الشكل (٦-٧٠) يعرض المخطط التقنى لوحدة نقل الصناديق ذات الأسطوانات الثلاثة (الشكل أ) ومخطط الإزاحة والحركة للأسطوانات والمحركات (الشكل ب) .

حيث إن الأسطوانة Aلدفع منضدة رفع الصناديق لمستوى السير2. الأسطوانة C لمنع وصول الصناديق من السير 1 لمنضدة الدفع أثناء تقدم الأسطوانة A .

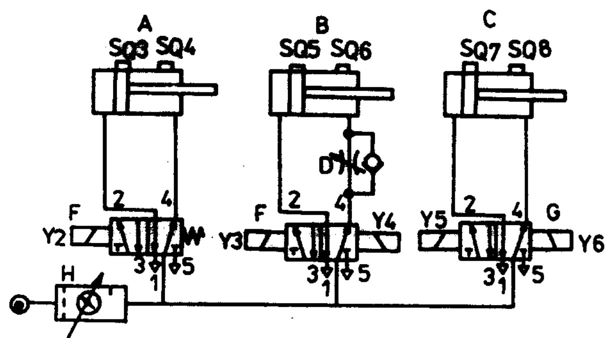
الأسطوانة B لدفع الصناديق من على منضدة الدفع إلى السير 2 .

المحرك M1 لإدارة السير 1 والمحرك M2 لإدارة السير 2 .



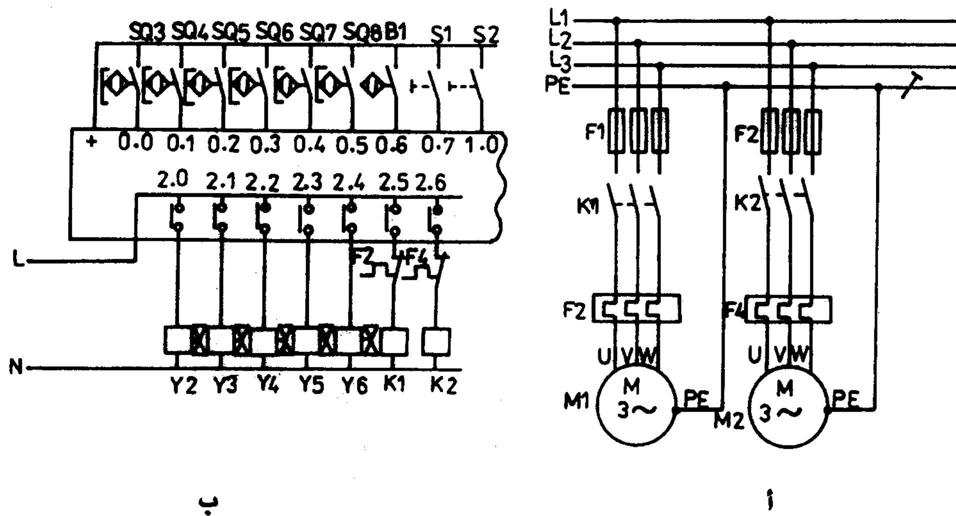
الشكل (٦-٧٠)

والشكل (٦-٧١) يعرض الدائرة الهوائية لوحدة نقل الصناديق ذات الأسطوانات الثلاثة .



الشكل (٦-٧١)

والشكل (٦-٧٢) يعرض الدائرة الرئيسية للمحركات وكذلك مخطط التوصيل على جهاز PLC للوحدة التى نحن بصددها .

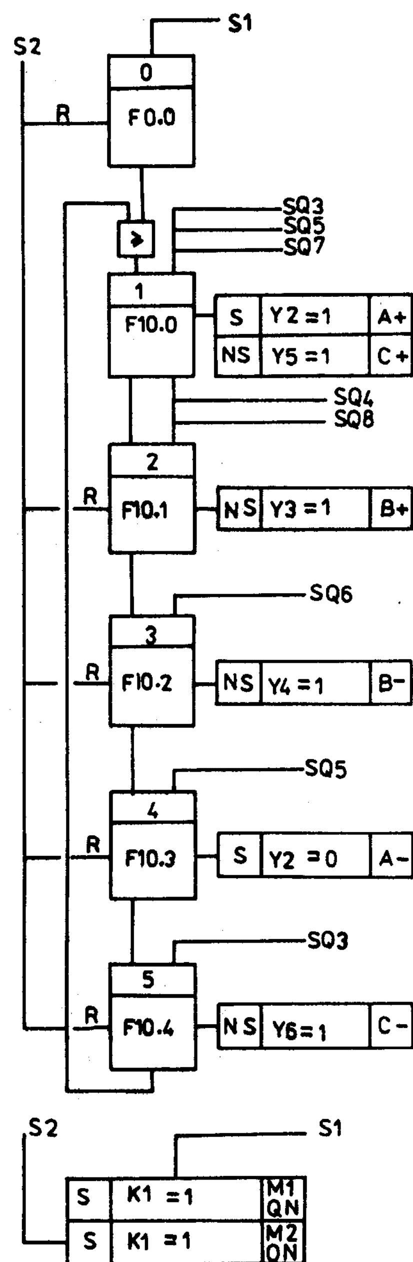


الشكل (٦-٧٢)

وفيما يلى قائمة التخصيص :

التعليق	المعامل	الرمز
ملف الصمام E	Q2.0	Y2
ملف الذهاب للصمام F	Q2.1	Y3
ملف العودة للصمام F	Q2.2	Y4
ملف الذهاب للصمام F	Q2.3	Y5
ملف العودة للصمام F	Q2.4	Y6
كونتاكتور تشغيل محرك السير الأول	Q2.5	K1
كونتاكتور تشغيل محرك السير الثانى	Q2.6	K2
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى مغناطيسى	I0.0	SQ3
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى مغناطيسى	I0.1	SQ4
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى مغناطيسى	I0.2	SQ5
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى مغناطيسى	I0.3	SQ6
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى مغناطيسى	I0.4	SQ7
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى مغناطيسى	I0.5	SQ8
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى سعوى	I0.6	B1
ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل	I0.7	S1
ريشة مفتوحة من ضاغط الإيقاف	I1.0	S2

والشكل (٦-٧٣) يعرض خريطة التدفق التتابعية لوحدة نقل الصناديق ذات الصناديق الثلاثة والتى تتكون من خطوة تحضيرية وكذلك خمس خطوات أساسية 5 :1 .

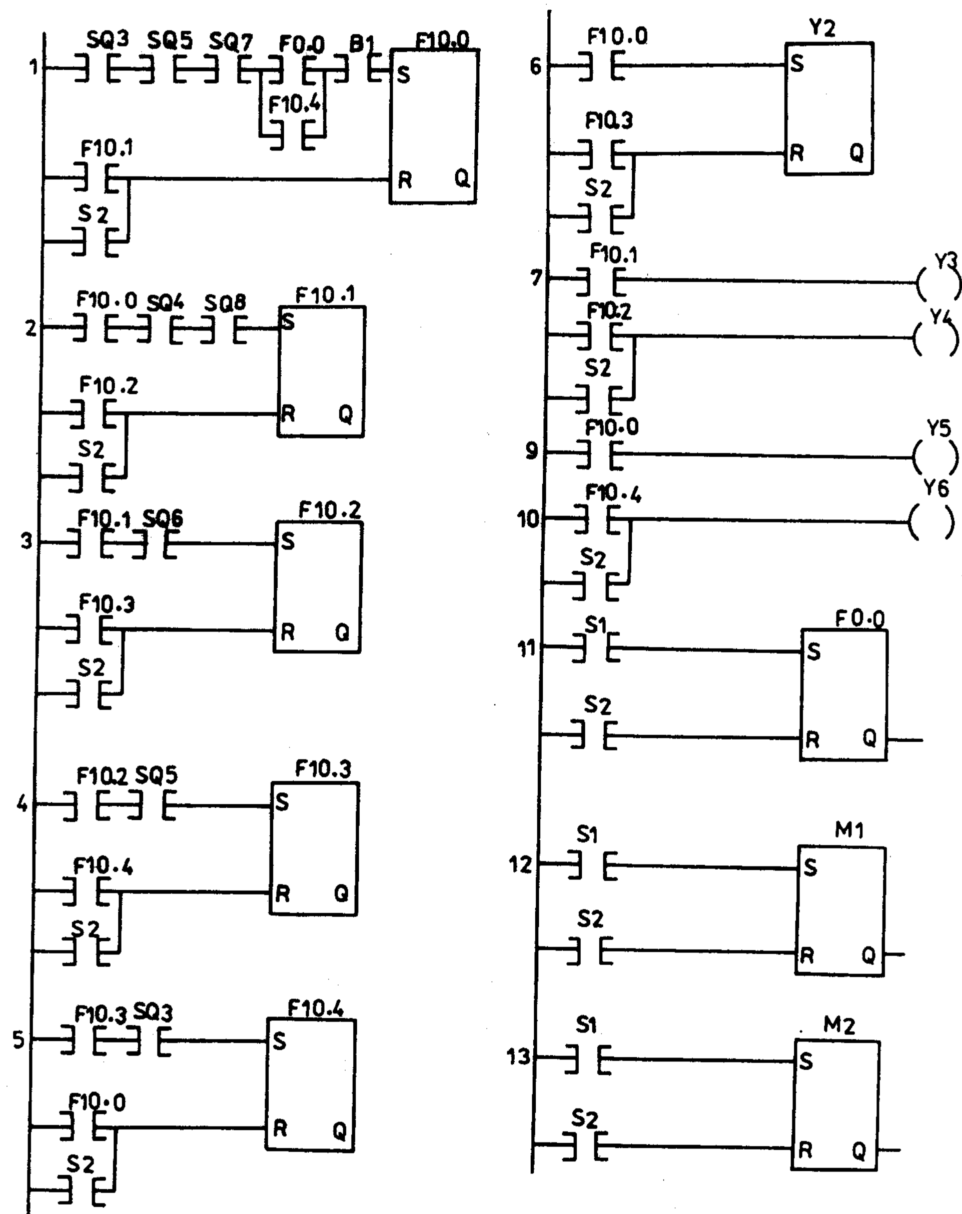

S1
S2
0
F0.0
R
SQ3
SQ5
SQ7
1
F10.0
S
Y2 =1
A+
NS
Y5 =1
C+
SQ4
SQ8
2
F10.1
R
NS
Y3 =1
B+
SQ6
3
F10.2
R
NS
Y4 =1
B-
SQ5
4
F10.3
R
S
Y2 =0
A-
SQ3
5
F10.4
R
NS
Y6=1
C-
S2
S1
S
K1 =1
M1 ON
S
K1 =1
M2 ON

الشكل (٦-٧٣)

نظرية التشغيل :

عند الضغط على الضاغط S1 تتحقق شروط الخطوة التحضيرية 0 ويحدث إمساك للقلاب F0.0 وكذلك يحدث إمساك لكل من K1, K2 ومن ثم يدور المحرك M1 والمحرك M2 وتعمل السيور 1,2، وعندما تكون الأسطوانات الثلاثة A, B, C متراجعة للخلف فإن مفاتيح نهاية المشوار SQ3, SQ5, SQ7 تكون مغلقة وعند وصول صندوق إلى المنضدة المثبتة على الأسطوانة A فى مقابلة المفتاح التقاربى B1 تغلق ريشة المفتاح التقاربى B1 فتتحقق شروط التشغيل للخطوة الأولى ويحدث إمساك للقلاب F10.0 فيحدث تحرير للقلاب F0.0 وكذلك يحدث إمساك للقلاب Y2 وتتقدم الأسطوانة A لترفع الصندوق لأعلى وكذلك يكتمل مسار تيار Y5 فتتقدم الأسطوانة C لتمنع وصول الصناديق من على السير الأول إلى مكان المنضدة وعند تقدم الأسطوانتين A, C تغلق مفاتيح نهاية المشوار SQ4, SQ8 فتتحقق شروط الخطوة الثانية ويحدث إمساك للقلاب F10.1 فيحدث تحرير للقلاب F10.0، وكذلك يكتمل مسار تيار الملف Y3 وتتقدم الأسطوانة B للأمام وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ6 وتدفع الصندوق من على المنضدة إلى السير الثانى وفى هذه الحالة تتحقق شروط الخطوة الثالثة فيحدث إمساك للقلاب F10.2.

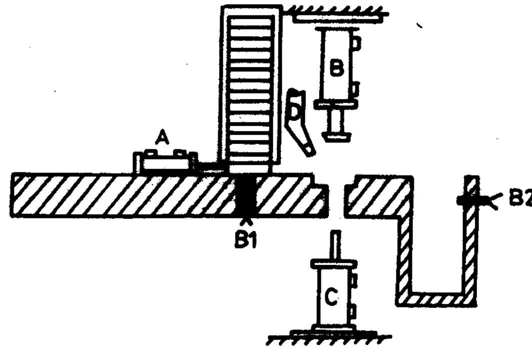
وتباعًا يحدث تحرير للقلاب F10.1، وكذلك يكتمل مسار تيار الملف Y4 فتتراجع الأسطوانة B للخلف وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ5 فتتحقق شروط تشغيل الخطوة الرابعة ويحدث إمساك للقلاب F10.3 وتباعًا يحدث تحرير للقلاب F10.2 ويحدث تحرير للقلاب Y2 فتتراجع الأسطوانة A للخلف وصولاً لمفتاح نهاية المشوار SQ3، وتتحقق شروط تشغيل الخطوة الخامسة فيحدث إمساك للقلاب F10.4 وتباعًا يحدث تحرير للقلاب F10.3 ويكتمل مسار تيار الملف Y6 وتتراجع الأسطوانة C للخلف وتتكرر دورة التشغيل التى تتكون من خمس خطوات 5 : 1 ويمكن إيقاف الوحدة فى أى لحظة بالضغط على الضاغط S2 والذى يحدث تحريراً لجميع الخطوات الست (F0.0, F10.0, F10.4) وكذلك يحدث تحرير للملف Y2 والمحركات M1, M2 ويكتمل مسار تيار الملفات Y4, Y6 فتتوقف جميع المحركات وتتراجع جميع الأسطوانات للخلف مرة ثانية ، والشكل (٦-٧٤) يبين الشكل السلمى والمستنتج من خريطة التدفق التتابعية.


1
SQ3
SQ5
SQ7
F0.0
B1
F10.0
F10.4
F10.1
S2
S
R
Q
2
F10.0
SQ4
SQ8
F10.1
F10.2
S2
3
F10.1
SQ6
F10.2
F10.3
S2
4
F10.2
SQ5
F10.3
F10.4
S2
5
F10.3
SQ3
F10.4
F10.0
S2
6
F10.0
Y2
F10.3
S2
7
F10.1
Y3
F10.2
Y4
S2
9
F10.0
Y5
10
F10.4
Y6
S2
11
S1
F0.0
S2
12
S1
M1
S2
13
S1
M2
S2

الشكل (٦-٧٤)

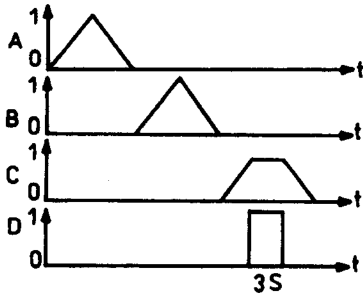
٦ / ٢٢- التمرين الثاني والعشرون :

الشكل (٦-٧٥) يعرض المخطط التقني لوحدة ختم العملات المعدنية ذات المنفاخ الهوائي :



الشكل (٦-٧٥)

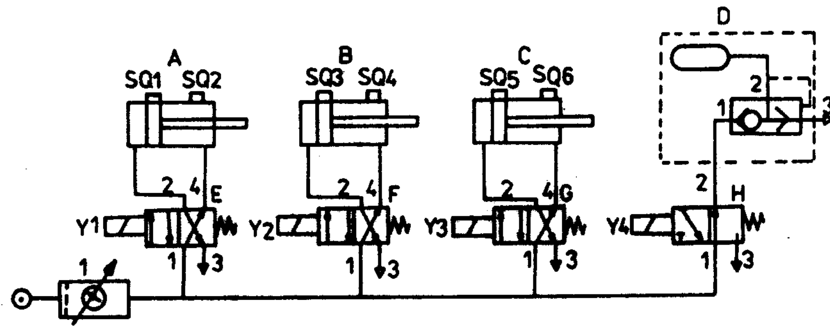
وتقوم هذه الوحدة بعمل أختام على الشغلات فعند الضغط على ضاغط التشغيل S1 تعمل وحدة الأختام فتقوم الأسطوانة A بدفع الشغلة من مخزن الشغلات ليستقر فى المكان المعد لذلك، ثم تتراجع الأسطوانة A للخلف وبعد ذلك تتقدم الأسطوانة B لعمل ختم على الشغلة، ثم تتراجع تلقائياً وبعد ذلك تتقدم الأسطوانة C لرفع الشغلة من مكان تثبيتها، ثم يقوم المنفاخ C بنفخ الشغلة لتستقر فى السلة وبعد مرور ثلاث ثوان تتراجع الأسطوانة C ثم تتكرر دورة التشغيل من جديد



الشكل (٦-٧٦)

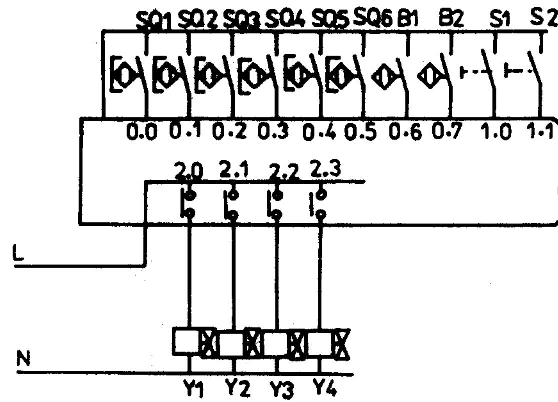
لحين امتلاء سلة الشغلات المختومة أو فراغ مخزن الشغلات . والشكل (٦-٧٦) يبين مخطط الإزاحة لهذه الوحدة .

والشكل (٦-٧٧) يعرض الدائرة الهوائية لهذه الوحدة وتحتوى علي ثلاث أسطوانات ثنائية الفعل A, B, C ومنفاخ هوائىD وثلاثة صمامات 4/2 بملف وياى E, F, G وصمام 3/2 بملف وياى بوضع ابتدائى مفتوح ووحدة خدمة I.



الشكل (٦-٧٧)

والشكل (٦-٧٨) يبين مخطط التوصيل مع جهاز PLC.

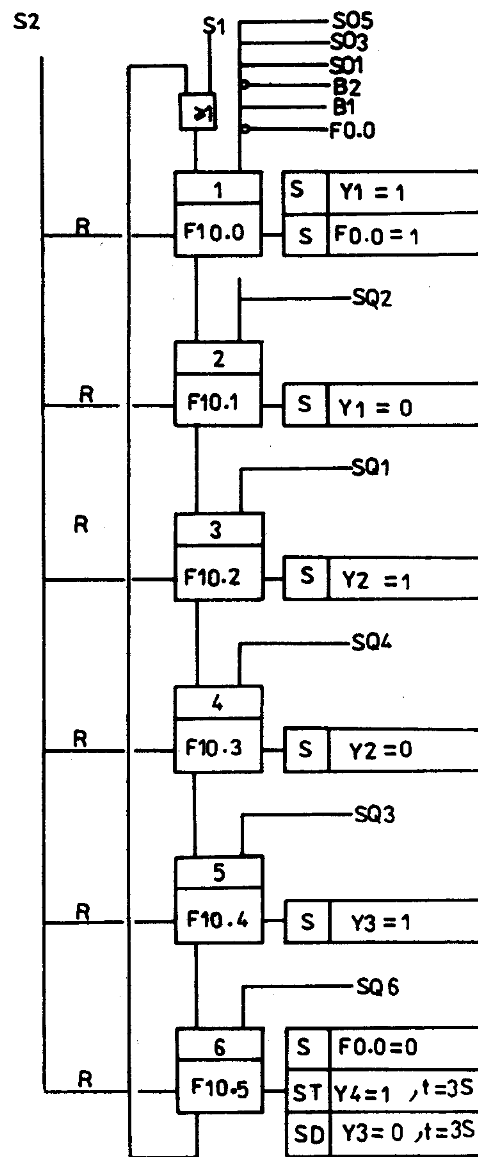


الشكل (٦-٧٨)

قائمة التخصيص :

التعليق	المعامل	الرمز
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى سعوى	I0.7	B2
ريشة مفتوحة من ضاغط التشغيل	I1.0	S1
ريشة مفتوحة من ضاغط الإيقاف	I1.1	S2
ملف الصمام E	Q2.0	Y1
ملف الصمام F	Q2.1	Y2
ملف الصمام G	Q2.2	Y3
ملف الصمام H	Q2.3	Y4
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى مغناطيسى	I0.0	SQ1
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى مغناطيسى	I0.1	SQ2
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى مغناطيسى	I0.2	SQ3
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى مغناطيسى	I0.3	SQ4
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى مغناطيسى	I0.4	SQ5
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى مغناطيسى	I0.5	SQ6
ريشة مفتوحة من مفتاح تقاربى سعوى	I0.6	B1

والشكل (٦-٧٩) يبين خريطة التدفق التتابعية لهذه الوحدة وهى تتكون من ست خطوات.

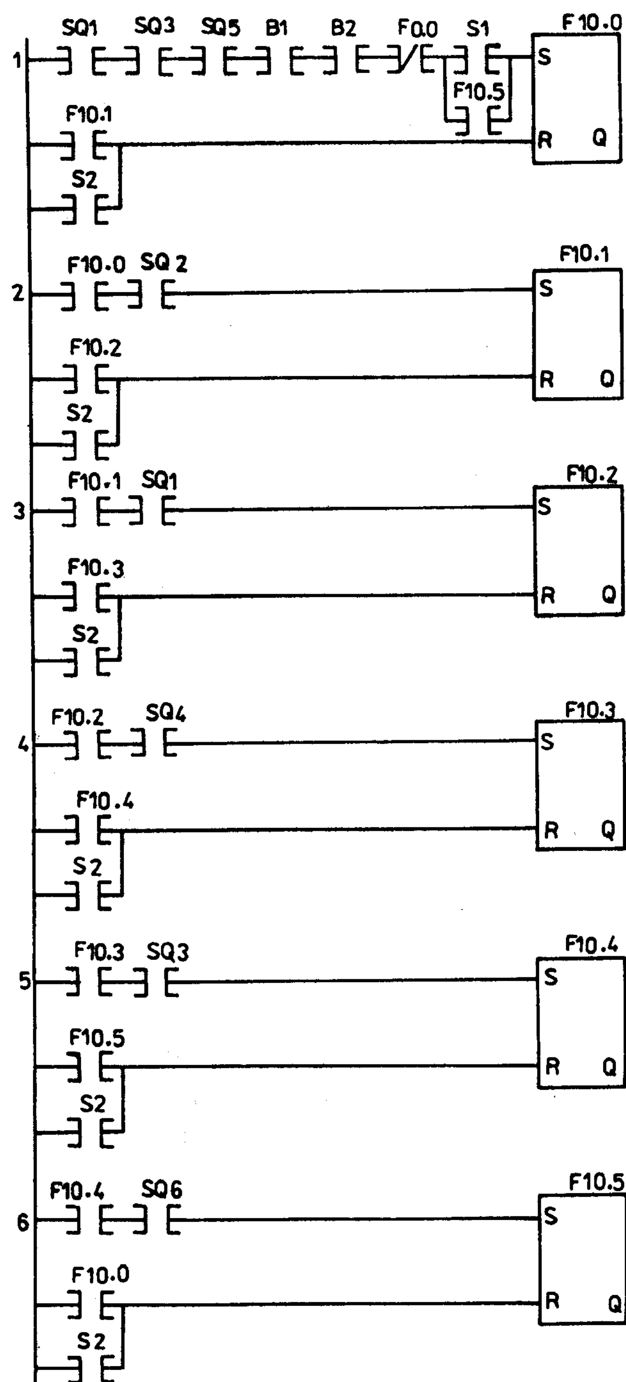

S2
S1
SO5
SO3
SO1
B2
B1
F0.0
≥1
1
F10.0
S
Y1 = 1
S
F0.0 = 1
R
SQ2
2
F10.1
S
Y1 = 0
R
SQ1
3
F10.2
S
Y2 =1
R
SQ4
4
F10.3
S
Y2 =0
R
SQ3
5
F10.4
S
Y3 = 1
R
SQ 6
6
F10.5
S
F0.0=0
ST
Y4=1 ,t=3S
SD
Y3= 0 ,t=3S
R

الشكل (٦-٧٩)

نظرية التشغيل:

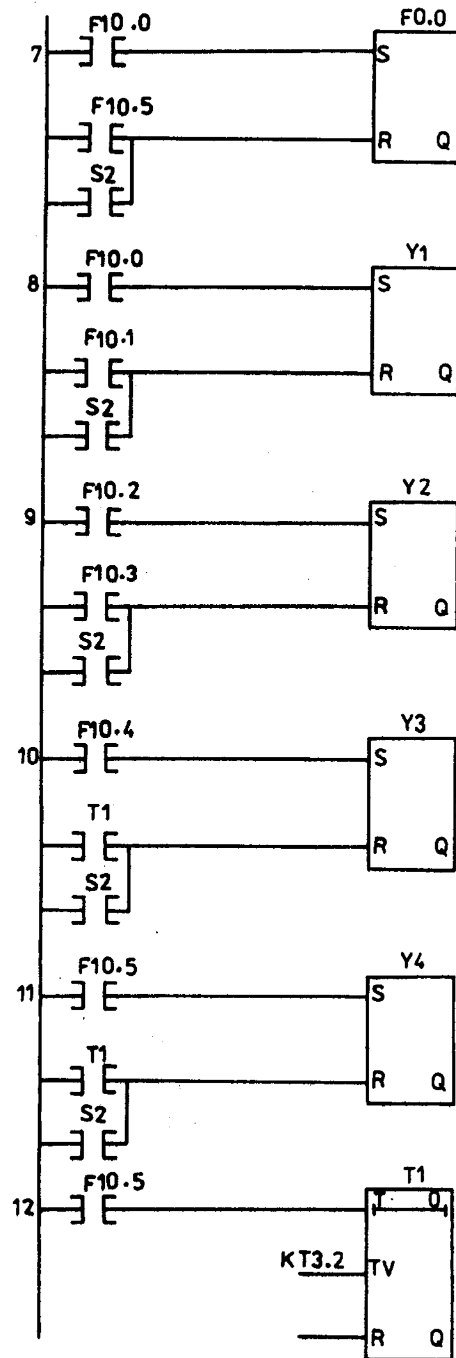
عند الضغط على الضاغط S1 وعندما تكون جميع الأسطوانات متراجعة للخلف تغلق ريش المفاتيح التقاربية المغناطيسية SQ1, SQ3, SQ5 وعندما تكون سلة الشغلات فارغة تكون ريشة المفتاح B2 مفتوحة عندما يكون مخزن الشغلات ممتلئ بالشغلات تكون ريشة المفتاح B1 مغلقة وعند بداية التشغيل يكون علم التشغيل F0.0 فى حالة تحرير فتتحقق شروط تشغيل الخطوة الأولى ويحدث إمساك للقلاب F10.0 وتباعًا يحدث تحرير للقلاب Y1 فتتراجع الأسطوانة A للخلف وصولا لمفتاح نهاية المشوار SQ1، فتتحقق شروط تشغيل الخطوة الثالثة ويحدث إمساك للقلاب F10.2، وتباعًا يحدث تحرير للقلاب F10.1، ويحدث إمساك للقلاب Y2 وتتقدم الأسطوانة B للأمام لتعمل ختما على الشغلة وصولا لمفتاح نهاية المشوار SQ4، فتتحقق شروط الخطوة الرابعة ويحدث إمساك للقلاب F10.3 وتباعًا يحدث تحرير للقلاب F10.2 وأيضًا يحدث تحرير للقلاب Y2، وتتراجع الأسطوانة B للخلف وصولا لمفتاح نهاية المشوار SQ3، فتتحقق شروط الخطوة الخامسة ويحدث إمساك للقلاب F10.4 وتباعًا يحدث تحرير للقلاب F10.3 ويحدث إمساك للقلاب Y3 وتتقدم الأسطوانه C للأمام لرفع الشغلة من مكانها وصولا لمفتاح نهاية المشوار SQ6 فتتحقق شروط تشغيل الخطوة السادسة ويحدث إمساك للقلاب F10.5، وتباعًا يحدث تحرير لعلم التشغيل F0.0، ويحدث تشغيل لفترة زمنية مقدارها ثلاث ثوانى للقلاب Y4 فيعمل المنفاخ D لمدة ثلاث ثوان ويحدث تحرير للقلاب Y3 بعد تأخير ثلاث ثوان أى تتراجع الأسطوانة C بعد ثلاث ثوان من بدء الخطوة السادسة وتتكرر دورة التشغل من جديد؛ علمًا بانه عند تحقق شروط الخطوة الأولى يحدث إمساك للقلاب F10.0 وتباعًا يحدث تحرير للقلاب F10.5. ويمكن إيقاف الوحدة فى أى لحظة بواسطة ضاغط الإيقاف S2 والذى يحدث تحريرًا لجميع القلابات.

والشكل (٦-٨٠) يبين الشكل السلمى المستنتج من خريطة التدفق التتابعية.



1
SQ1
SQ3
SQ5
B1
B2
F0.0
S1
F10.5
F10.1
S2
F10.0
S
R
Q
2
F10.0
SQ 2
F10.2
S2
F10.1
S
R
Q
3
F10.1
SQ1
F10.3
S2
F10.2
S
R
Q
4
F10.2
SQ4
F10.4
S 2
F10.3
S
R
Q
5
F10.3
SQ3
F10.5
S2
F10.4
S
R
Q
6
F10.4
SQ6
F10.0
S 2
F10.5
S
R
Q

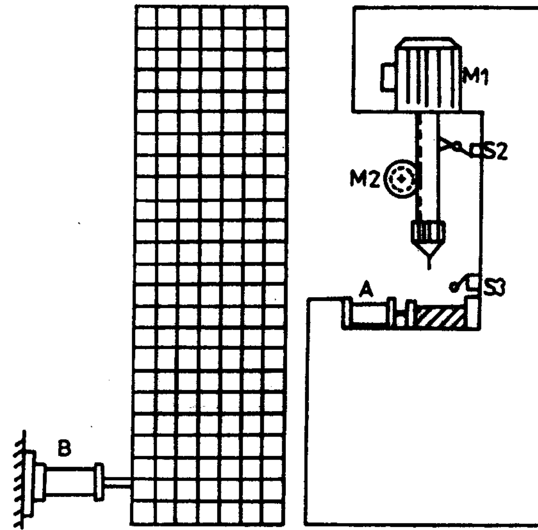
الشكل (٦-٨٠)



تابع الشكل (٦-٨٠)

٦ / ٢٣- التمرين الثالث والعشرون

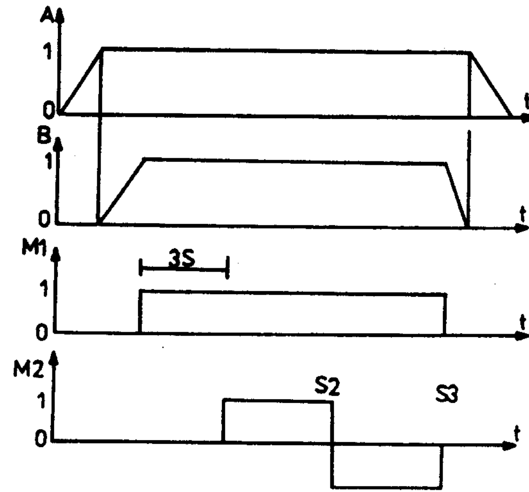
الشكل (٦-٨١) يعرض المخطط التقنى لدريل مزود بشبكة أمان.



الشكل (٦-٨١)

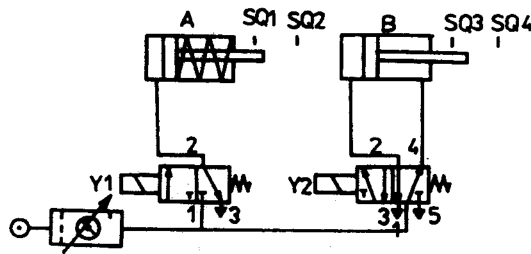
والشكل (٦-٨٢) يعرض مخطط الإزاحة والحركة للأسطوانات والمحركات لهذا الدريل.

فعند التشغيل الأتوماتيكى للدريل تغلق شبكة الأمان بواسطة الأسطوانة A، ثم يتم تثبيت الشغلة بواسطة الأسطوانة Bثم يدور محرك الظرف M1 وعند وصول سرعة محرك الظرف للسرعة الكاملة أى بعد حوالى ثلاث ثوان تبدأ عملية الثقب فيدور المحرك M2 الذى يتحكم في خفض ورفع ظرف الدريل فيعمل على خفض ظرف الدريل وصولاً لنهاية المشوار S2 فينعكس اتجاه حركة المحرك M2 ويعمل على رفع ظرف الدريل وصولا لنهاية المشوار S3 حينئذ تتوقف المحركات M1, M3 وتتراجع الأسطوانة B التى تثبت الشغلة، ثم تتراجع الأسطوانة A والتى تفتح شبكة الأمان.



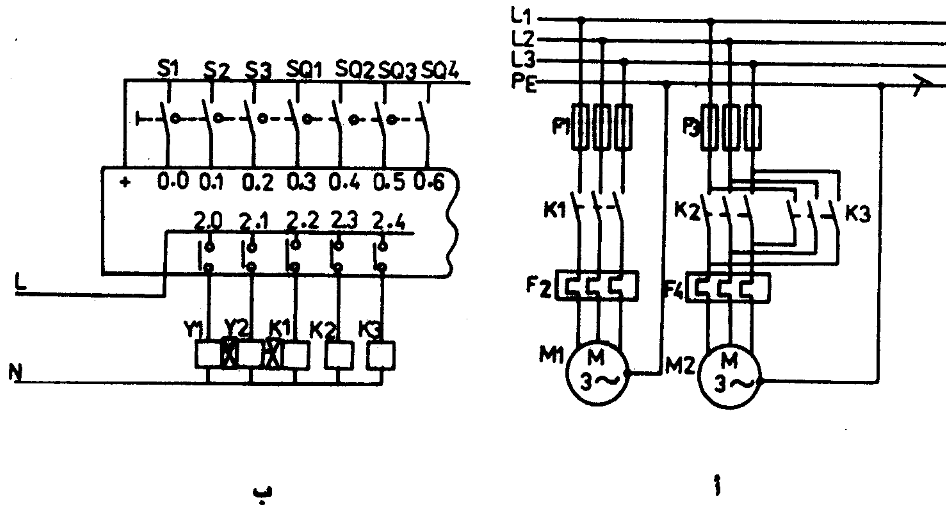
الشكل (٦-٨٢)

والشكل (٦-٨٣) يبين الدائرة الهوائية لهذا الدريل.



الشكل (٦-٨٣)

والشكل (٦-٨٤) يبين الدائرة الرئيسية للمحركات (الشكل أ) ومخطط التوصيل مع جهاز PLC (الشكل ب).



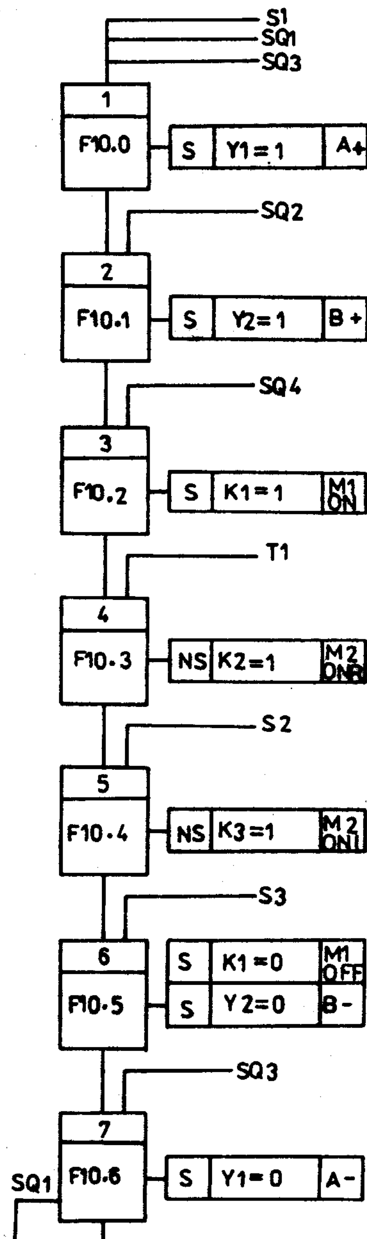
الشكل (٦-٨٤)

والشكل (٦-٨٥) يبين خريطة التدفق التتابعية لهذا الدريل والتى تتكون من سبع خطوات 1:7 .

نظرية التشغيل:

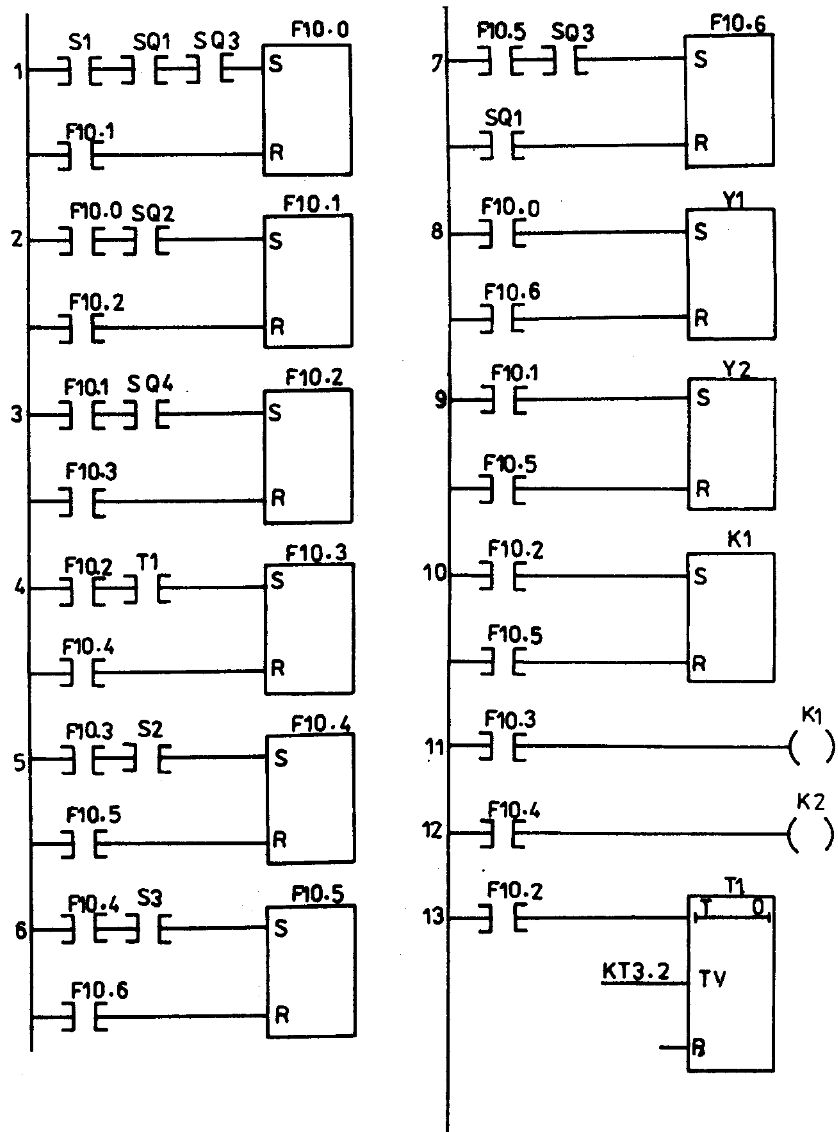
عند الضغط على الضاغط S1 وعندما تكون الأسطوانتان A, Bمتراجعتين فإن ريش المفتاحين SQ1, SQ3 تكون مغلقة، فتتحقق شروط الخطوة الأولى ويحدث إمساك للقلاب F10.0، وتباعًا يحدث إمساك للقلاب Y1 وتتقدم الأسطوانة A للأمام لتغلق شبكة الأمان وصولا لمفتاح نهاية المشوار SQ2 فتتحقق شروط الخطوة الثانية فيحدث إمساك للقلاب F10.1 وتباعًا يحدث تحرير للقلاب F10.0 وإمساك للقلاب Y2 وتتقدم الأسطوانة B للأمام لتثبيت الشغلة، وعند الوصول لمفتاح نهاية المشوار SQ4 تتحقق شروط الخطوة الثالثة. فيحدث إمساك للقلاب F10.2 وتباعًا يحدث تحرير للقلاب F10.1 وإمساك للقلاب K1 ومن ثم يعمل المحرك M1 فيدور الظرف وبعد مرور ثلاث ثوان يعمل المؤقت T1 فتتحقق شروط تشغيل الخطوة الرابعة فيحدث إمساك للقلاب F10.3 وتباعًا يحدث تحرير للقلاب F10.2 ويكتمل مسار تيار ملف K2 فيعمل فيدور المحرك M2 اتجاه اليمين فيتحرك الظرف لأسفل

لتتم عملية الثقب وعند الوصول لمفتاح نهاية المشوار S2 تتحقق شروط الخطوة الخامسة فيحدث إمساك للقلاب F10.4 وتباعًا يحدث تحرر للقلاب F10.3 ويكتمل مسار تيار ملف K3 فيعمل الكونتاكتور K3 ويدور المحرك M2 فى عكس عقارب الساعة فيرتفع الظرف لأعلى وعند الوصول لمفتاح نهاية المشوار S3 تكون شروط الخطوة السادسة قد تحققت فيحدث إمساك للقلاب F10.6، وتباعًا يحدث تحرير للقلاب F10.5، وأيضًا يحدث تحرير للقلاب Y2, K1 ويتوقف المحرك M1 فيتوقف الظرف وتتراجع الأسطوانة B وصولا للمفتاح SQ3 فتتحقق شروط تشغيل الخطوة السابعة، ويحدث إمساك للقلاب F10.6 وتباعًا يحدث تحرير للقلاب F10.5 وتحرير للقلاب Y1، وتتراجع الأسطوانة A للخلف فتفتح شبكة الأمان وصولا لمفتاح نهاية المشوار SQ1 فيحدث تحرير للقلاب F10.6 ويتوقف الدريل.



الشكل (٦-٨٥)

والشكل (٦-٨٦) يبين الشكل السلمى المستنتج من خريطة التدفق التتابعية السابقة.



الشكل (٦-٨٦)

الباب السابع

الصيانة الوقائية واكتشاف الأعطال

الصيانة الوقائية واكتشاف الأعطال

٧ / ١ - الصيانة الوقائية لأجهزة التحكم الكهربية :

تعد الصيانة الوقائية من أهم الأعمال التى تجرى لضمان عمل الأجهزة الكهربية بحالة جيدة وبأمان، وتمنع المشاكل الصغيرة من التفاقم حتى يحدث انهيار كامل يؤدى إلى توقف النظام بأكمله وعادة تدون أعمال الصيانة الوقائية فى جداول زمنية يذكر فيها بيانات عن الأجهزة المختلفة التى تجرى عليها أعمال الصيانة وزمن إجراء الصيانة عليها ويمكن القول بأن أعمال الصيانة البسيطة التى تجرى لمدة دقائق معدودة كل أسبوع تمنع حدوث انهيار يوقف النظام لساعات طويلة، **وفيما يلى العناصر الأساسية للصيانة الوقائية :**

١ - **الفحص** : ويتلخص الفحص فى ملاحظة الأمور غير الطبيعية للأجهزة مثل : ارتفاع درجة الحرارة - تراكم الأتربة على الأجهزة - فك مسامير الرباط - سماع صوت أزيز - شم رائحة غير طبيعية .. إلخ.

٢ - **التنظيف** : إن عملية تنظيف الأجهزة من الداخل والخارج من الأمور المهمة للتشغيل الجيد لمنع تسرب التيار الكهربى وارتفاع درجة الحرارة، وعادة يتم تنظيف الأجهزة الكهربية بواسطة نفخ الأتربة بهواء جاف بضغط منخفض وكذلك تتم عملية التنظيف لأى جهاز تحكم أثناء عمل صيانة أو إصلاح له.

٣ - **التربيط** : عادة تؤدى الاهتزازات الناتجة عن فصل ووصل الكونتاكتورات، وكذلك عمل الماكينات إلى فك مسامير الرباط للأجهزة الكهربية الأمر الذى يؤدى إلى ارتفاع درجة حرارتها لذلك يجب التأكد من إحكام رباط المسامير وذلك بالمعدات المناسبة.

٤ - **المحافظة على الأجهزة جافة** : عادة تسبب الرطوبة صدأ معادن أجهزة التحكم مما يؤدى إلى زيادة مقاومتها الكهربية وارتفاع درجة حرارتها وكذلك تؤدى

الرطوبة إلى تسرب التيارات الكهربية من الخطوط الحية إلى الأرض أو حدوث قصر كامل بين الأوجه والأرض، لذلك من المفروض على الفنيين التأكد من إحكام غلق أجهزة التحكم التى تعمل فى العراء أو فى الأماكن الرطبة.

٧ / ٢ - اكتشاف الأعطال الكهربية وإصلاحها:

يعتمد اكتشاف الأعطال على الدراسة والخبرة وأول مبادئ اكتشاف الأعطال هو المعرفة الجيدة لاستخدام أجهزة القياس والفحص مثل: الآفوميتر والميجر وجهاز قياس التيار ذو الكماشة.. إلخ، **وفيما يلى أهم تعليمات استخدام أجهزة الفحص:**

١ - قراءة تعليمات المصنع لأجهزة القياس والفحص بعناية.

٢ - عند استخدام جهاز فحص له عدة مستويات للقياس يجب وضعه على المستوى الأعلى عند قياس كمية غير معروف قيمتها.

٣ - يجب فصل التيار الكهربى عن الجهاز المطلوب مقاومته.

٤ - يجب أن تكون أطراف أجهزة القياس والفحص معزولة جيداً.

٥ - يجب التأكد من سلامة المصهرات والبطاريات الخاصة بأجهزة القياس فمثلاً بالنسبة لجهاز الآفوميتر يتم وضع الجهاز على وضع قياس المقاومة، ثم ملامسة أطراف الجهاز معًا فإذا كانت قراءة الجهاز 0 دل على أن البطارية سليمة والعكس بالعكس.

٦ - عند استخدام أجهزة قياس التيار ذات الكماشة يجب قفل الكماشة جيداً حول الخط المطلوب قياس التيار المار فيه.

وحتى يمكن اكتشاف الأعطال يجب أولاً فهم الدائرة الكهربية جيداً، **وهناك بعض الاختبارات المبدئية كما يلى:**

١ - التأكد من وجود الجهد الكهربى عند مدخل الدائرة الرئيسية ودائرة التحكم.

٢ - التأكد من سلامة المصهرات والسكاكين إن وجدت.

٣ – التأكد من أن جميع المتممات الحرارية للمحركات على وضع تشغيل وليس هناك متمم حرارى فاصل، وذلك بالضغط على ضواغط تحريرها.

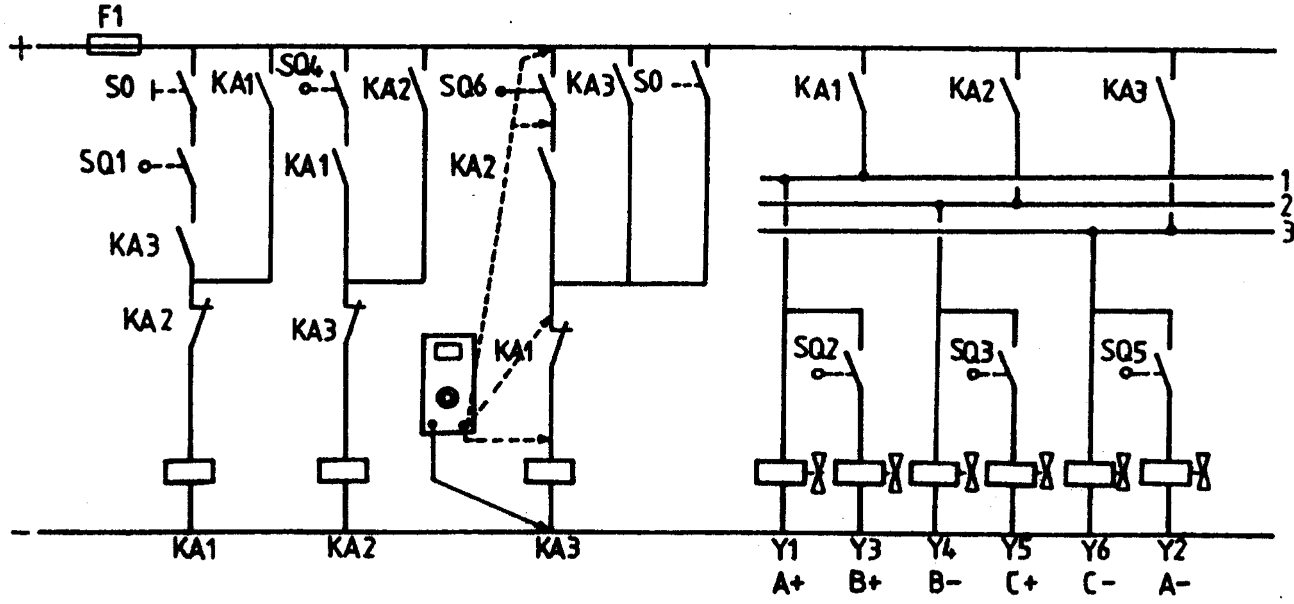
٤ – فحص سريع لجميع أجهزة التحكم من حيث درجة حرارتها ورائحتها وعلامات التسرب التى ظهرت حديثًا. وعادة يمكن الحصول على معلومات عن الماكينة من المشغل، فإذا لم نحصل على نتائج من الاختبارات المبدئية يجب البحث عن الأعطال بالطريقة المشروحة فى المثال التالى:

الشكل (٧ – ١) يعرض دائرة التحكم الكهربية الخاصة بجهاز ثنى ألواح الصاج على شكل U (انظر الفقرة ٤ – ٦)، **حيث إن تتابع التشغيل لهذا الجهاز كما يلى:**

رقم المجموعة	1		2		3	
الحركة	A+	B+	B-	C+	C-	A-

ولنفرض أن الجهاز توقف بعد تقدم الأسطوانة C للأمام أى (C+).

أى أن الجهاز توقف عند المجموعة الثالثة لذلك فى هذه الحالة نختبر ريلاى المجموعة الثالثة هل يعمل أم لا، فإذا لم يكن يعمل يستخدم جهاز الآفوميتر لمعرفة سبب عدم عمل الريلاى KA3، وذلك بضبطه ليعمل كجهاز فولتميتر ثم تتم عملية الفحص بالطريقة الموضحة بالشكل ذاته. وعادة فإن المتوقع غلق ريشة مفتاح نهاية المشوار SQ6 ولذلك يتم فحص هذا المفتاح وكذلك نظام التشبيت له. أما إذا كان الريلاى KA3 يعمل بصورة طبيعية فنتأكد من أن الريشة KA3 والموصلة بخط المجموعة 3 مغلقة وأن الجهد الكهربى يصل للملف Y5، فإذا كان هناك جهد كهربى عند هذا الملف فإن المتوقع هو انهيار هذا الملف فإذا لم يكن كذلك فيمكن أن يكون هناك مشكلة فى الدائرة الهوائية نفسها.



F1
+
−
S0
SQ1
KA3
KA 2
KA1
SQ4
KA2
KA1
KA3
SQ6
KA2
KA1
KA3
S0
KA1
KA2
KA3
1
2
3
SQ2
SQ3
SQ5
KA1
KA2
KA3
Y1
A+
Y3
B+
Y4
B−
Y5
C+
Y6
C−
Y2
A−

الشكل (٧ – ١)

٧ / ٣ - مشاكل أجهزة التحكم الكهربية (أسبابها - طرق إصلاحها):

٧ / ٣ / ١ - الكونتاكتورات والريليهات الكهرومغناطيسية:

المشكلة	السبب	الإصلاح
١ - ريش التلامس: اهتزاز ريش التلامس	١ - انكسار حلقة الإزاحة النحاس ٢ - جهد تشغيل منخفض ٣ - ريش تلامس سيئة	١ - استبدال القلب المغناطيسى ٢ - صحح جهد التشغيل وخصوصاً عند البدء ٣ - استبدال ريش التلامس ويايات الإرجاع
التحام ريش التلامس	١ - تيار كبير نتيجة لقصر أو زيادة فى الحمل ٢ - تيار كبير عن القيمة المقننة للكونتاكتور	١ - افحص سبب زيادة التيار ثم اعمل على إزالة السبب واستبدال ريش التلامس. ٢ - استخدام كونتاكتور له قدرة أكبر تناسب الحمل.
توصيل غير جيد لريش التلامس.	١ - قوة دفع صغيرة من اليايات ٢ - جهد منخفض يمنع القلب المغناطيسى من الإحكام	١ - استبدال ريش التلامس ويايات الإرجاع وافحص حامل ريش التلامس للتأكد من سلامته من التشويه. ٢ - صحح جهد التشغيل وخصوصاً عند البدء وذلك بزيادة مساحة مقطع الموصلات المستخدمة.

الإصلاح	السبب	المشكلة
٣ – نظف ريش التلامس بمادة الفرون Freon .	٣ – جسم غريب يمنع ريش التلامس من الغلق .	
١ – استبدال ريش التلامس . ٢ – استبدال الكونتاكتور بأكبر . ٣ – استبدال الريش مع يايات الإرجاع وتأكد من أن حامل ريش التلامس لم يتشوه . ٤ – نظف ريش التلامس بمادة الفرون .	١ – بردها بمبرد خشن لمساواتها . ٢ – تيار تشغيل كبير عن القيمة المقننة للكونتاكتور . ٣ – ضغط ياى إرجاع ضعيف . ٤ – قازورات أو جسم غريب .	عمر قصير لنقاط الأبلاتين أو ارتفاع درجة حرارتها .
٥ – يجب إزالة سبب القصر والتأكد من حجم المصهرات والقواطع المستخدمة . ٦ – التأكد من إحكام رباط أطراف ريش التلامس مع الموصلات باستخدام المعدات المناسبة .	٥ – قصر . ٦ – وصلات غير محكمة الرباط .	
غير الملف بعناية وذلك بفك مسامير تجميع الكونتاكتور مع مراعاة عدم انطلاق ياى الإرجاع من مكانه ثم أعد تجميع	١ – انهيار ميكانيكى .	٢ – البوبينة : ملف البوبينة مفتوح .

المشكلة	السبب	الإصلاح
		الكونتاكتور بعكس خطوات الفك انظر الشكل (٢ – ٨) .
ملفات محمصة (محترقة) .	١ – جهد زائد . ٢ – قصر حادث بين مجموعة لفات نتيجة لانهيار ميكانيكى .	١ – اختبر جهد التشغيل وصححه . ٢ – غير الملف بعناية انظر الشكل (٢ – ٨) .
٣ – القلب المغناطيسى والأجزاء الميكانيكية : صوت أزيز للقلب .	١ – انكسار حلقة النحاس . ٢ – أوجه القلب المغناطيسى لا تتعشق . ٣ – قازورات او صدأ على أوجه القلب المغناطيسى . ٤ – جهد منخفض .	١ – استبدال القلب المغناطيسى . ٢ – استبدال القلب المغناطيسى . ٣ – نظف القلب المغناطيسى . ٤ – اختبر جهد التشغيل وخصوصاً عند البدء وصححه .
الفشل فى انجذاب القلب المغناطيسى وتعشيقه .	١ – جهد منخفض . ٢ – ملف البوبينة تالف . ٣ – وجود مشكلة ميكانيكية تمنع حركة القلب المتحرك .	١ – اختبر جهد التشغيل وصححه . ٢ – استبدل ملف البوبينة . ٣ – اختبر حركة الأجزاء الميكانيكية بدفع الأجزاء

المشـــكلة	الســـبب	الإصـــلاح
		المتحركة باليد ثم اعمل على إزالة المشكلة .
الفشل فى الفصل .	١ – يوجد مواد التصاق على سطح ريش التلامس . ٢ – الجهد لم يرفع عن الدائرة . ٣ – مغناطيسية متبقية نتيجة لنقص الفجوة الهوائية فى مسار القلب المغناطيسى . ٤ – التحام ريش التلامس نتيجة لتيار عالٍ .	١ – نظف أوجه ريش التلامس بمادة الفرون freon . ٢ – ابحث عن سبب عدم انقطاع التيار عن البوبينة . ٣ – استبدل القلب المغناطيسى . ٤ – استبدل ريش التلامس بأخرى سليمة واعمل على إزالة سبب زيادة التيار .

٧ / ٣ / ٢ – المتممات الحرارية والمؤقتات الزمنية ومفاتيح نهايات المشوار :

المشـــكلة	الســـبب	الإصـــلاح
المتمم الحرارى يفصل باستمرار .	١ – حمل زائد مستمر . ٢ – وصلات غير مربوطة جيداً . ٣ – انخفاض جهد المصدر عند	١ – تأكد من عدم وجود قصر أو تسرب أرضى أو حمل زائد على المحرك . ٢ – تأكد من إحكام رباط الموصلات مع أطراف المتمم الحرارى وذلك باستخدام المعدات المناسبة . استبدل الموصلات بأخرى لها

المشـــكلة	الســـبب	الإصـــلاح
	البدء. ٤ – تغير القيمة المعير عليها المتمم الحرارى؛ نتيجة للاهتزاز. ٥ – متمم حرارى غير مناسب.	مساحة مقطع أكبر. ٤ – أعد عملية ضبط المتمم الحرارى. ٥ – بدل المتمم الحرارى بآخر مناسب.
اختلال ازمنة المؤقتات الزمنية.	١ – تغير الأزمنة المعايرة عليها.	١ – راجع القيم المعايرة عليها أجهزة المؤقتات وصححها.
أجزاء مكسورة من مفاتيح نهايات المشوار.	١ – حركة زائدة من الكامة أدت إلى كسر أجزاء نهايات المشوار.	١ – استخدم الكامة المناسبة وعنصر الفعل المناسب للمفتاح وشغل المفتاح فى الحدود المسموح بها.

٧ / ٤ – الصيانة الوقائية لأجهزة التحكم الهوائية:

يوجد قائمة اختبارات زمنية متبعة لعمل الصيانة الوقائية للأجهزة الهوائية، وعادة يستعان بتعليمات الشركات المصنعة لإجراء الصيانة اللازمة.

ويمكن تقسيم الصيانة الوقائية إلى الأقسام التالية:

أ – الصيانة اليومية والتى يندرج تحتها الأعمال التالية:

١ – تصريف المتكاثف من المرشحات وفاصلات الماء.

٢ – اختبار مستوى الزيت فى المزيتة ويجب أن يكون الزيت بين المستوى الأدنى والمستوى الأعلى مع استخدام نفس الزيت أثناء القيام بزيادة منسوب الزيت.

٣ – تزييت نقاط التزييت مع استخدام نفس الزيت المنصوص عليه فى تعليمات الشركات المصنعة.

ب - الصيانة الأسبوعية والتى يندرج تحتها الأعمال التالية :

١ - نظافة وفحص عناصر تشغيل الصمامات مثل : البكرات وأزرع التشغيل.. إلخ واستبدال التالف منها .

٢ - فحص جميع الخطوط الهوائية واستبدال التالف منها .

٣ - فحص جميع أدوات التوصيل المستخدمة وإحكام رباط الادوات المفكوكة .

٤ - اختبر أجهزة قياس الضغط الموجودة فى وحدة الخدمة .

٥ - اختبر وظيفة المزيتات وذلك بالتأكد من أن معدل سقوط قطرات الزيت فى الدقيقة خمس نقاط .

جـ - الصيانة الشهرية ويندرج تحتها الأعمال التالية :

١ - فحص التسربات فى جميع اللواكير ذات المسامير وإحكام رباط اللواكير وإصلاح واستبدال التالف منها .

٢ - فحص التسربات فى الصمامات خصوصاً فى الأوضاع الابتدائية .

٣ - تنظيف قلوب المرشحات وغسلها بالكيروسين ونفضها بالهواء المضغوط فى عكس تدفق الهواء فيه .

٤ - فحص وصلات الاسطوانات مع إحكام ربطها وتغيير وسائل منع التسريب إن لزم الأمر .

٥ - فحص صمامات التصريف الاتوماتيكية ذات العوامة **Automatic water drains** للوصول للأداء الطبيعى بدون تسريب هواء، حيث يتم تنظيفها من الشوائب والأتربة إن لزم الأمر .

د - الصيانة النصف سنوية ويندرج تحتها الأعمال التالية :

١ - فحص مكابس الأسطوانات بمرفقاتها ووسائل منع التسريب فيها مع تغيير التالف عند الضرورة .

٢ – فحص كواتم الصوت واستبدال التالف منها (المكتوم تماماً).

ويضاف على الأعمال المذكورة فى الصيانات السابقة الأعمال المنصوص عليها فى تعليمات الشركات المصنعة.

٧ / ٤ / ١ – صيانة ضواغط الهواء :

يجب عمل صيانة لضواغط الهواء الخاصة بالنظام الهوائى تبعاً للأعمال المنصوص عليها فى تعليمات الشركات المصنعة، حيث تتغير هذه الأعمال من شركة لأخرى ومن ضاغط لآخر، **وفيما يلى نقاط الصيانة فى الضواغط الترددية :**

العنصر	الفترة الزمنية	الإجراء
مرشح هواء المدخل.	– كل أسبوعين.	– التنظيف عند الضرورة.
نظام التبريد.	– باستمرار.	– قياس درجة حرارة الماء الداخل والخارج.
	– عند الضرورة.	– نظافة مداخل الماء فى نظم التبريد بالماء.
الزيت.	– على فترات محددة من قبل الشركة المصنعة أو بالخبرة.	– فحص مستوى الزيت.
		– تغيير زيت عمود المرفق.
كراس المحور.	– على فترات محددة من قبل الشركة المصنعة أو بالخبرة.	– فحص التآكل والضبط والاستبدال عند الضرورة.
التصريف.	– شهرياً.	– فحص صرف المبرد البينى.
	– يومياً.	– فحص صمامات التصريف اليدوية والأتوماتيكية.
صمامات الأمان.	– على فترات محددة من قبل الشركة المصنعة أو بالخبرة.	– الفحص والنظافة.
شنابر المكابس.	– سنوياً.	– الفحص والاستبدال إن لزم الأمر.

وفيما يلي فترات تغيير الزيت للأنواع المختلفة للضواغط الترددية :

نوع الضاغط	ظروف التشغيل	فترات التغيير
ثابت .	التشغيل لأول مرة .	بعد مائة ساعة .
	بيئة نظيفة .	ستة شهور أو الفين ساعة تشغيل .
	بيئة قذرة .	ثلاثة شهور أو الف ساعة تشغيل .
محمول .	التشغيل لأول مرة .	بعد خمسون ساعة .
	بيئة متوسطة النظافة .	شهر واحد أو خمسمائة ساعة .
	بيئة قذرة .	اسبوعين أو 250 ساعة .
	بيئة قذرة جداً .	اسبوع واحد أو 100 ساعة .

٧ / ٥ - صيانة وحدات الخدمة وصمامات التصريف والخطوط الهوائية :

يتم فحص صمامات التصريف ومصايد الرطوبة strainer خلال فترات زمنية منتظمة يتم تحديدها بناءً على توصيات الشركات المصنعة، ويجب أن تأخذ مرشحات وفواصل الماء فى وحدات الخدمة رعاية خاصة، حيث إن مستوى الماء يكون مرئيًا داخل زجاجة المرشح ويجب عمل نظافة دورية للمرشحات وفواصل الماء، بغض النظر عن نوعية التصريف يدوية كانت أو أتوماتيكية وتعتمد هذه الفترة الزمنية على قذارة النظام، فهناك بعض المرشحات يمكن تنظيف حشوها بسهولة، وذلك بواسطة الهواء المضغوط، وهناك أنواع تحتاج لطرق خاصة لتنظيف وتغيير حشوها يمكن معرفتها من تعليمات الشركة المصنعة، وتعتبر المرشحات المسدودة هى العامل الرئيسى لانخفاض الضغط عند الماكينات وأيضاً فإن تسريب الهواء عند الوصلات المرنة هو السبب الآخر لانخفاض الضغط ويؤدى انخفاض الضغط إلى تغيير أداء الآلة . .

وعند حدوث ذلك يجب أولاً اختبار أدوات التوصيل وتشديد ربطها وبعد ذلك تختبر الوصلات المرنة (الخراطيم) ويجب ألا يزيد انخفاض الضغط عند الآلة عن مستوى الضغط عند الخزان عن 0.2 : 0.35 bar، وعادة يحدث التسريب عند

صمامات التصريف فقد تفتح هذه الصمامات نتيجة لوجود بعض الشوائب بداخلها. أما المزيتات فيجب فحص مستوى الزيت فيها بصفة دورية، وأيضاً التحقق من أن معدل حقن الزيت فى الهواء المضغوط يساوى خمس قطرات فى الدقيقة وعند إضافة زيوت للمزيتات يجب استخدام الأنواع المنصوص عليها فى توصيات الشركات المصنعة.

أما الخطوط الهوائية فتجرى عليها أعمال الصيانة عند ظهور بعض العلامات الدالة على وجود مشاكل فيها، وفيما يلى بيان بالمشاكل التى تتعرض لها الخطوط الهوائية والإجراءات المتبعة :

نوع الخط الهوائى	المشكلة	الإجراء المتبع
خطوط صلبة.	- اهتزاز المواسير.	- استخدام وسائل التثبيت المناسبة لمنع الاهتزاز.
	- تسريب.	- التأكد من سلامة جميع أدوات التوصيل واستبدال التالف.
	- ماء بالخطوط.	- فحص صمامات التصريف الموجودة على الخط. - التأكد من أن مآخذ الهواء المضغوط للاحمال منفذة بالطريقة الصحيحة.
خطوط مرنة.	- تسريب.	- فحص التآكل عند الوصلات المختلفة. - استخدام خراطيم ذات اغلفة قوية فى ظروف التشغيل الصعبة. - استبدال الخراطيم التالفة.

الإجـراء المتبـع	المشـكلة	نوع الخط الهوائى
– فـحص السطح الداخلى للخراطيم . – التأكد من أن حجم الخراطيم مناسب ولا يوجد تسريب فى الخراطيم .	– انخفاض كبير فى الضغط .	

٧ / ٦ – صيانة الأسطوانات الهوائية والصمامات :

يجب استخدام وحدة خدمة (مرشح – مزيتة – منظم ضغط) لكل معدة نيوماتيكية، وعادة فإن الهواء الجاف يحافظ على عمل جميع العناصر الهوائية بدون تلف، ويقلل من أعمال الإصلاح اللازمة، وعادة ينصح بتوفير قطع غيار للأجزاء القابلة للتآكل وهذا يمكن معرفته من رسومات تفصيلية للعناصر النيوماتيكية من كتالوجات الشركات المصنعة، وعادة يرافق هذه الرسومات جداول بالأجزاء المختلفة المكونة لهذه العناصر موضحاً فيها الأجزاء القابلة للتآكل، وهناك عامل هام لتلف الأسطوانات الهوائية، وهو طريقة التثبيت غير الصحيحة، والذى يؤدى إلى حدوث قوى عرضية إلى التآكل السريع للأجزاء الداخلية للأسطوانات، مما يؤدى إلى تغيير الأسطوانة كلياً، ولذلك يجب الاهتمام بطريقة تثبيت الأسطوانات الهوائية والتأكد من استقامة محور الأسطوانة مع محور الحمل ويجب من حين لآخر فحص اللواكير المستخدمة عند مدخل الهواء المضغوط فى الأسطوانات، حيث يحدث عادة تسرب للهواء عند هذه النقاط .

أما بالنسبة للصمامات الهوائية فعند حدوث تسربات عند فتحات تصريفها يجب تحديد مصدر التسريب فمن الممكن أن يكون ناتجًا عن مشكلة بالأسطوانة، أو مشكلة بالصمام، وهناك طريقة اختبار بسيطة تتم فى هذه الحالة؛ وهى فصل خط العادم الواصل بين الأسطوانة والصمام من جهة الصمام فإذا استمر تسريب الهواء فى هذا الخط دل على أن موانع التسريب لمكبس الأسطوانة تالفة وإذا لم يكن هناك تسريب فى هذا الخط دل على وجود تسريب داخلى فى الصمام .

وفيما يلى بيان بالمشاكل التى تتعرض لها الصمامات الاتجاهية وطرق إصلاحها :

المشكلة	السبب	الإصلاح
ارتفاع درجة حرارة بوبينة الصمام مما يؤدى إلى انهيار الملف .	١ - جهد تشغيل منخفض . ٢ - درجة الحرارة المحيطة مرتفعة . ٣ - القلب المغناطيسى غير قادر على الحركة لمشكلة ميكانيكية . ٤ - تشغيل متكرر .	١ - معرفة السبب وإزالته واستبدال البوبينة .
انهيار ميكانيكى .	١ - جهد زائد يؤدى إلى تعرض العنصر المنزلق لقوة زائدة . ٢ - وجود ذرات أتربة أو شوائب ضارة فى الهواء المضغوط .	١ - استبدال الصمام الاتجاهى .

الملاحـــق

ملحق (١) الوحدات المستخدمة

الجدول التالى يبين الوحدات المختلفة للكميات المختلفة ومعامل التحويل من الوحدة الأولى إلى الوحدة الثانية .

الكمية	الوحدة الأولى	الرمز	الوحدة الثانية	الرمز	معامل التحويل
Pressure	Bar	bar	Atmosphere	atm	0.9869
Pressure	Bar	bar	Kilogram force/cm^2	Kg_f/cm^2	1.0197
Pressure	Bar	bar	Pound force/Sq. inch (PSI)	Ibf/in^2	14.5053
Force	Kilogram force	kg_f	Newton	N	9.8066
Force	Kilogram force	kg_f	Pound force	Ib_f	2.2045
Weight	Kilogram	kg	Gramme	g	1000
Weight	Kilogram	kg	Pound	Ib	2.2045
Viscosity	Centistoke	cSt	Engler degree	°E	*
Temperature	Centigrade	C	Fahrenheit	°F	**
Volume Displacement	Cubic centimetre	cm^3	Litre	L	0.001
Volume Displacement	Cubic centimetre ($10^{-6}m^3$)	cm^3	Cubic inch ($ft^3/1728$)	in^3	0.0610
Length	Centimetre ($10^{-2}m$)	cm	Inch (ft/12)	in	0.3937
Area (Section)	Square centimetre ($10^{-4}m^2$)	cm^2	Square inch ($ft^2/144$)	in^2	0.1550
Capacity	Litre	I	Gallon, UK	UK gal	0.2199
Capacity	Litre	I	Gallon, US	US gal	0.2641
Angle	Degree	o	Radian	rad	0.0174
Power	Kilowatt	kw	Horse Power	HP	1.36
Momentum (Torque)	Kilogram force metre	$kg_f.m$	Newton metre	Nm	9.8066
Momentum (Torque)	Kilogram force metre	$kg_f.m$	Pound force inch	$Ib_f.in$	86.8745
Angular Speed	Revolution per minute	RPM	Radian per second	rad/sec	0.1047
Flow	Litre per minute	l/min	Gallon (UK) per minute	(UK) GPM	0.2199
Flow	Litre per minute	l/min	Gallon (US) per minute	(US) GPM	0.2641

ملحق (٢) رموز أجهزة التحكم الكهربية

الوصـــــف	الرمز الكهربى	الحرف المميز
ضاغط بريشتين NO + NC		S
مفتاح نهاية مشوار بريشتين (NO + NC)		S
ريش تلامس ريلاى		K
ريش تلامس لكونتاكتور		K
ريشـتـان (NO + NC) لمؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل		D
ريشتان (NO + NC) لمؤقت زمنى يؤخر عند الفصل		D
ريشتان (NO + NC) لمؤقت زمنى رعاش		D
ريشتان (NO + NC) لمتمم حرارى		F

الوصــــف	الرمز الكهربى	الحرف المميز
ريشتان (NO + NC) لترموستات		S
ريشتان (NO + NC) لمفتاح عوامة كهربية		S
قاطع دائرة أتوماتيكى		F
الملفات الحرارية لمتمم حرارى		F
محرك استنتاجى نجما دلتا	U1 V1 W1 M 3~ U2 V2 W2	M
خط كهرباء حى		L
خط تعادل		N
خط أرضى		PE
مصهر (فيوز)		F
مقاومة		R
موحد		V

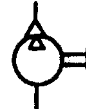
الوصـــف	الرمز الكهربى	الحرف المميز
مكثف		C
ثايرستور		V
ترياك		V
ترانزستور ضوئى		V
بوبينة كونتاكتور أو ريلاى		K
بوبينة مؤقت زمنى يؤخر عند الفصل		D, KT
بوبينة مؤقت زمنى يؤخر عند التوصيل		D, KT
بوبينة مؤقت رعاش		D, KT
بوبينة صمام اتجاهى		Y

الحرف المميز	الرمز الكهربى	الوصـــف
H		لمبة إشارة
Q		مفتاح رئيسى دوار
Q		مفتاح يدوى بريشة مفتوحة NO واخرى مغلقة NC

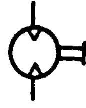
ملحق (٣) الرموز النيوماتيكية

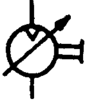
أولاً: الضواغط والمحركات الهوائية:


ضاغط هوائى.


مضخة تفريغ.


محرك هوائى بسرعة ثابتة يدور فى اتجاه واحد.


محرك هوائى بسرعة ثابتة يدور فى اتجاهين.


محرك هوائى بسرعة يمكن التحكم فيها ويدور فى اتجاه واحد.


محرك هوائى بسرعة يمكن التحكم فيها ويدور فى اتجاهين.

ثانياً: الأسطوانات الهوائية:


أسطوانة أحادية الفعل تعود ذاتياً بفعل حمل خارجى.


أسطوانة أحادية الفعل تعود ذاتياً بفعل ياى إرجاع.


أسطوانة ثنائية الفعل بذراعى دفع.

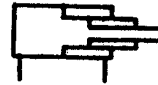

أسطوانة ثنائية الفعل بخمد فى اتجاه واحد.



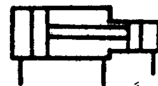
أسطوانة ثنائية الفعل بخمد حركة متغير القيمة فى اتجاهى الحركة



أسطوانة هوائية دوارة.



أسطوانة تلسكوبية.



أسطوانة تكبير ضغط.

ثالثاً: عناصر ترشيح وتجفيف وتزييت والتحكم فى ضغط الهواء المضغوط:



مرشح.



فاصل ماء يدوى.



فاصل ماء أتوماتيكى.



مرشح بفاصل ماء يدوى.



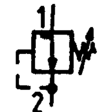
مرشح ماء بفاصل أتوماتيكى.



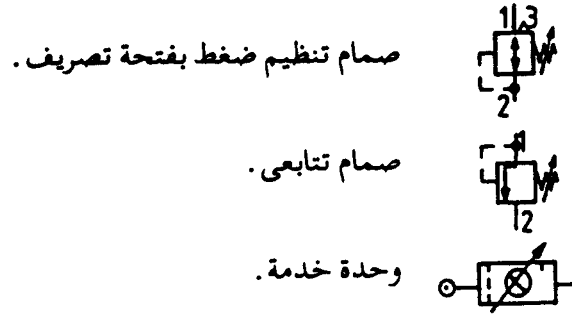
مجفف.



مزيتة.



صمام تنظيم ضغط.

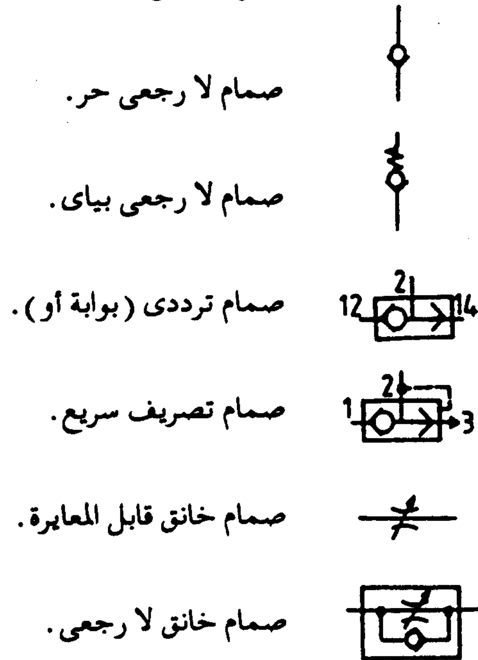


صمام تنظيم ضغط بفتحة تصريف .

صمام تتابعى .

وحدة خدمة .

رابعاً : الصمامات اللارجعية والصمامات الخانقة :



صمام لا رجعى حر .

صمام لا رجعى بياى .

صمام ترددى (بوابة أو) .

صمام تصريف سريع .

صمام خانق قابل المعايرة .

صمام خانق لا رجعى .

خامساً : خطوط الضغط والوصلات الميكانيكية والهوائية :



مصدر الضغط .



عمود الإدارة .



وصلة ميكانيكية .

خط ضغط الهواء.

خط العادم.

خط التحكم.

وصلة هواء مرنة.

تقاطع خطوط هواء مضغوط بدون توصيل.

تقاطع خطوط هواء مضغوط مع التوصيل.

وصلة اختبار ضغط مغلقة.

وصلة اختبار ضغط موصلة مع خط عداد ضغط.

وصلة سريعة مفكوكة.

وصلة سريعة مجمعة.

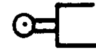
سادساً: وسائل تشغيل الصمامات الاتجاهية:

ذراع تشغيل يعمل باليد.

ضاغط يعمل باليد.

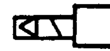
بدال يعمل بالقدم.


خابور يعمل بالدفع بكامة متحركة.


بكرة تعمل بالدفع بكامة متحركة.


ياى إرجاع.


ملف كهربى.

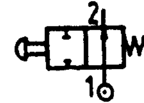

ملف كهربى سابق التحكم.


ملف كهربى بوسيلة يدوية سابقة التحكم.

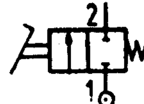

إشارة ضغط.


إشارة ضغط سابقة التحكم.

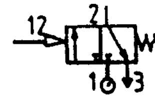
سابعاً: الصمامات الاتجاهية:



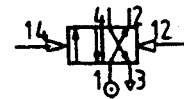
صمام اتجاهى 2/2 بضاغط وياى وبوضع ابتدائى مفتوح.



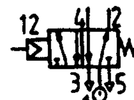
صمام اتجاهى 2/2 ببدال وياى وبوضع ابتدائى مغلق.



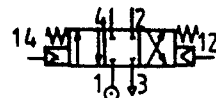
صمام اتجاهى 3/2 بإشارة ضغط وياى.



صمام اتجاهى 4/2 بإشارتى ضغط.



صمام اتجاهى 5/2 بإشارة ضغط وياى إرجاع (سابق التحكم).



صمام اتجاهى 4/3 بإشارتى ضغط وياىى إرجاع (سابق التحكم).

ملحق (٤) المصطلحات الفنية النيوماتيكية

Absolute Pressure	– الضغط المطلق ويساوى الضغط المقاس مضافًا إليه الضغط الجوى.
Absolute Temperature	– درجة الحرارة المطلقة وتساوى درجة الحرارة المقاسة منسوبة إلى الصفر المطلق والذى يساوى 273 °K.
Actuator	– عنصر الفعل وهو جهاز يقوم بتحويل طاقة الضغط لطاقة حركة مثل الأسطوانات الهوائية.
After cooler	– مبرد الإعادة ويقوم بتبريد الهواء المضغوط ويوضع عادة بعد الضاغط.
Air dryer	– مجفف الهواء المضغوط.
Air reciever	– خزان الهواء المضغوط الذى يمد الدائرة الهوائية بالهواء المضغوط.
Air motor	– محرك هوائى.
Automatic drain valve	– صمام تصريف ذاتى للماء المتكاثف فى الأنظمة الهوائية.
Automatic control	– تحكم ذاتى (أتوماتيكى).
Boyless Law	– قانون بويل وينص على أن حجم غاز جاف يتناسب عكسياً مع الضغط عند ثبات درجة الحرارة.
Calibrate	– ضبط أى جهاز قياس للحصول على قراءة صحيحة للكمية المقاسة وتسمى هذه العملية بالمعايرة.

Centigrade	– تدريج درجة الحرارة باعتبار أن نقطة تجمد الماء صفر ونقطة غليان الماء هى 100، وهذا التدرج مقسم إلى 100 قسم كل قسم يسمى درجة.
Charles Law	– قانون شارلز، وينص على أن حجم الغاز الجاف يتناسب طردياً مع درجة الحرارة المطلقة عند ثبات الضغط.
Check valve	– صمام لارجعى يسمح بمرور تدفق الهواء المضغوط فى اتجاه واحد فقط.
Compressed Air	– يطلق على الهواء الذى ضغطه أعلى من الضغط الجوى بالهواء المضغوط.
Compressor	– الضاغط ويقوم برفع ضغط الغازات على سبيل المثال : الضاغط الهوائى.
Condensation	– التكثيف، وهو التغير من الحالة الغازية للحالة السائلة.
Dew Point	– درجة الحرارة التى عندها يكون الهواء مشبعًا تماماً ببخار الماء.
Directional valve	– صمام اتجاهى يستخدم فى التحكم فى اتجاه تدفق الهواء المضغوط.
Direct pnematic operation	– تشغيل مباشر بالهواء المضغوط.
Displacement diagram	– مخطط الإزاحة.
Double acting cylinder	– أسطوانة ثنائية الفعل تعطى قوة دفع فى شوطيها (الذهاب – العودة).
Double acting cylinder with cushioning	– أسطوانة ثنائية الفعل بخمد للحركة فى نهاية شوط الذهاب والعودة.

Efficiency	– الكفاءة وهى النسبة بين القدرة الخارجة للقدرة الداخلة كنسبة مئوية.
Gravity force	– قوة الجاذبية الأرضية التى تجذب الأجسام لمركز الأرض.
Horse power	– وحدة قياس القدرة ويسمى حصان ميكانيكى.
Humidity	– الرطوبة وهو وزن بخار الماء فى المتر المكعب من الماء.
Idle return roller	– البكرة الخاملة وتستخدم لتشغيل الصمامات الاتجاهية وتعود لوضعها الطبيعى بمجرد الضغط عليها بجسم متحرك.
Muffler (silencer)	– كاتم صوت يقوم بتقليل صوت الضوضاء الناجمة عن خروج الهواء الفائض.
Passage, Pneumatic	– مسارات الهواء المضغوط داخل العناصر الهوائية.
Pilot valve	– صمام إشارة يتحكم فى صمام آخر رئيسى.
Pipe	– ماسورة.
Piston type cylinder	– أسطوانة عمود مكبسها له مساحة مقطع أقل من نصف مساحة مقطع المكبس.
Pneumatics	– علم يدرس خواص الهواء المضغوط.
Pneumatic control panel	– مجموعة من العناصر النيوماتيكية مثبتة داخل لوحة تحكم.
Pneumatic counter	– عداد هوائى.
Pneumatic timer	– مؤقت زمنى هوائى.
Port	– فتحة دخول أو خروج الهواء المضغوط فى العناصر الهوائية.
Power	– القدرة.

Pressure	– الضغط .
Pressure differential	– فرق الضغط بين نقطتين فى الدائرة الهوائية .
Pressure seals	– وسائل منع التسريب عند زيادة الضغط .
Pressure gauge	– جهاز قياس الضغط .
Pressure regulator valve	– صمام تنظيم الضغط للتحكم فى ضغط الدائرة .
Push button	– ضاغط تشغيل يعمل باليد عند الضغط عليه .
Primemover	– مصدر القدرة الميكانيكية المستخدم لإدارة الضاغط الهوائى .
Quick coupling	– وصلة سريعة لربط خراطيم الهواء المضغوط المرنة معاً فى لحظات .
Quick exhaust valve	– صمام التصريف السريع ويستخدم لزيادة سرعة الأسطوانات .
Ram type cylinder	– أسطوانة لها عمود مكبس مساحة مقطعة أكبر من نصف مساحة مقطع المكبس .
Reciprocating compressor	– ضاغط ترددى .
Relief valve (safety valve)	– صمام تصريف الضغط الزائد (صمام أمان) .
Restrictor	– صمام خانق ويقوم بتقليل معدل التدفق .
Roller cylinder	– التشغيل ببكرة تدفع بواسطة الأجسام المتحركة .
Rotary cylinder	– أسطوانة دواره وهذه الأسطوانة تعطى حركة زاوية لا تزيد عن $360°$ فى الاتجاهين .
Service Life	– الفترة الزمنية التى يعمل فيها العنصر الهوائى بعدها يصبح أداؤه غير مقبول .
Service unit	– وحدة الخدمة وتوضع عند الأحمال وتقوم بتجفيف وترشيح وتزييت الهواء المضغوط

وكذلك تنظيم ضغطه.

Sequence valve	- صمام تتابعى يسمح بمرور الهواء المضغوط عند وصول ضغطه للضغط المعاير عليه الصمام.
Shuttle valve	- صمام ترددى وهو يكافئ بوابة أو المنطقية.
Shut off valve	- محبس يدوى للفتح والغلق.
stepper sequencor	- عناصر تحكم هوائية تستخدم للتحكم الذاتى فى العمليات المتعاقبة الهوائية.
Single-acting cylinder	- أسطوانة أحادية الفعل تعطى قوة دفع فى اتجاه الذهاب فقط.
Solenoid operation	- التشغيل بملف كهربى.
Spring return	- العودة بياى ميكانيكى.
Step diagram	- مخطط الإزاحة.
Surge	- ارتفاع عابر للضغط.
Vacuum	- انخفاظ الضغط عن الضغط الجوى.
Vapour	- بخار الماء.
Volume flow rate	- حجم الهواء المار عند مقطع معين فى الخط الهوائى فى زمن معين بوحدة L/S.
Exhaust	- العادم وهو الهواء الذى يخرج من الدائرة الهوائية للهواء الجوى.
Fahrenheit	- تدريج قياس درجة الحرارة باعتبار أن نقطة تجمد الماء 32 ونقطة غليان الماء 212 مقسم إلى 180 قسماً متساوياً كل قسم يسمى درجة.
Feedback	- التغذية المرتدة وهو نقل الطاقة من مخرج الجهاز لمدخله.
Filter (strainer)	- مرشح يقوم بتنقية الهواء المضغوط من الأتربة

العالقة به.

Filter with water separator	– مرشح مزود بفاصل للماء العالق بالهواء.
Flow control valve	– صمام يتحكم فى معدل تدفق الهواء المضغوط.
Flow meter	– جهاز قياس معدل تدفق الموائع (غاز سائل).
Fluid	– مائع وهو سائل أو غاز.
Force	– القوة وتقوم بتغيير حالة الأجسام من السكون للحركة.
Free Flow	– تدفق بدون أى معوقات وذلك بإهمال المؤثرات الخارجية مثل الاحتكاك.
Friction	– هو احتكاك جسم بآخر على سبيل المثال احتكاك الغاز عند مروره داخل الأنابيب بالجدران الداخلية لها.
Friction pressure drop	– هو مقدار النقص فى ضغط الهواء المضغوط المتدفق فى الأنابيب، نتيجة للاحتكاك مع الجدران.
Gage pressure	– الضغط المقاس منسوباً للضغط الجوى.
Gasket	– أحد أنواع موانع التسريب وتسمى بجوان ويوضع بين الأجسام الثابتة.

المراجـــع

REFRENCES

1 - Stewart, Harry L. Hydralic and Pneumatic power for production. New York: Industrial Press.

2 - Compressed Air Handbook. New York: Compressed Air and gas Institute.

3 - Hydraulics and pneumatics Magazine.

4 - Harry L. stewart. pneumatics and Hydraulics New York: Macmillan publishing Co.

5 - pneumatic handbook. England LTrdde & Technical press LTD.

6 - Werner Deppert/Kurtstoll. pnumatic application. wurzburg: Vogel - Verlag.

7 - Compressed Air Pocket guide. England: domnick hanter.

8 - J. P. Hasebrink, R. Kobler. Fun damentals of pneumatic control engineering.

9 - H. Mexner/R. Kobler. Maintenance of pneumatic equipment.

10 - Introduction to pneumatics. Germany: Festo didactic.

11 - Bruce E. Mc Cord. Designing pnumatic control Circuits. New York: Marcel Dekker, Inc.

12 - Fluid power. U. S. A: Navy training publication center.

13 - Anton H. Hehn. Fluid Power troubeleshooting. New York: Marcel Dekker, Inc.